

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-207710

(43)Date of publication of application : 22.07.2004

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/20

(21)Application number : 2003-412583

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 10.12.2003

(72)Inventor : NEI MASAHIRO
KOBAYASHI NAOYUKI
CHIBA HIROSHI
HIRUKAWA SHIGERU

(30)Priority

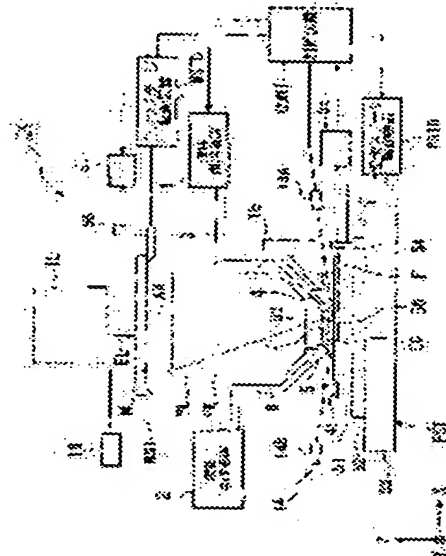
Priority number : 2002357962 Priority date : 10.12.2002 Priority country : JP

(54) EXPOSURE SYSTEM, EXPOSURE METHOD, AND DEVICE-MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid immersion exposure system which exposes a substrate with proper pattern transfer accuracy, when exposure treatment is conducted between a projection lens system and the substrate with a liquid filled up.

SOLUTION: The exposure system EX fills a space between the projection lens system PL and the substrate P up with the liquid 50, and the substrate P is exposed by the projection lens system PL, by projecting an image of the pattern on the substrate P via the liquid 50. A substrate stage PST to support the substrate P, a liquid-supplying apparatus 1 to supply the liquid 50 to an image face side of the projection lens system PL, and a focus-leveling detection system 14 to detect an face information of the surface of the substrate P, without going through the intermediary the liquid 50 via are provided. The exposure system EX achieves liquid immersion exposure; while adjusting a position relation of the surface of the substrate P to the image face formed via the projection lens system PL and the liquid 50, based on the face information detected at the focus leveling detection system 14. The liquid immersion exposure is conducted with proper pattern transfer accuracy.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is the aligner which imprints the image of a pattern on a substrate through a liquid, and exposes a substrate,

Projection optics which projects the image of a pattern on a substrate,

The 1st substrate stage holding said substrate,

The liquid feeder which supplies said liquid to the image surface side of said projection optics,

It has the field detection system which detects the field information on said front face of a substrate, without minding a liquid,

The aligner which performs immersion exposure of said substrate, adjusting the physical relationship of said substrate front face and the image surface formed through said liquid of said projection optics based on said detected field information.

[Claim 2]

The aligner according to claim 1 with which the relation between the field information on said front face of a substrate detected without having the criteria member which has the datum plane of said field detection system, and was prepared in said 1st substrate stage, and minding said liquid using said datum plane, and the image surface formed through said liquid of said projection optics is determined.

[Claim 3]

Said field detection system is an aligner according to claim 2 which detects the relation of said substrate front face and said datum level as said field information.

[Claim 4]

The aligner according to claim 3 with which the relation between the image surface formed through said liquid of said projection optics between said projection optics and said datum level where a liquid is supplied, and said datum level is detected, and the relation of said substrate front face and said image surface is determined based on the relation of said image surface and said datum level.

[Claim 5]

For said field detection system, the relation between said image surface detected where a liquid is supplied between said projection optics and said datum level, and said datum level is an aligner according to claim 4 with which it is determined using another different field detection system.

[Claim 6]

Said liquid feeder is an aligner given in any 1 term of claims 2-5 which start supply of said liquid in the condition that said projection optics and said datum level have countered after detection of the field information on said front face of a substrate by said field detection system.

[Claim 7]

The detection of the field information on said front face of a substrate performed without minding a liquid by said field detection system is the aligner of claim 1-6 performed where a liquid is held to the image surface side of said projection optics given in any 1 term.

[Claim 8]

An aligner given in any 1 term of claims 1-7 which carry out immersion exposure of the substrate which said 1st substrate stage is in the condition that the liquid was supplied between the substrate held on said 2nd substrate stage, and said projection optics during detection of the field information

on the front face of a substrate which was equipped with the different 2nd substrate stage and held on said 1st substrate stage by said field detection system, and was held on said 2nd substrate stage.

[Claim 9]

The aligner according to claim 8 which performs immersion exposure of said substrate, having the 1st alignment system which detects the alignment mark on the substrate held on said 1st substrate stage, without minding a liquid, and performing alignment of said substrate and said pattern based on the detection result of said 1st alignment system.

[Claim 10]

Furthermore, an aligner given in any 1 term of claims 1-9 to which are equipped with the control unit which controls actuation of said aligner, and this control unit adjusts physical relationship with the image surface formed through said substrate front face and said projection optics, and said liquid based on said detected field information.

[Claim 11]

It has the alignment system which detects the alignment mark on said substrate, without minding a liquid,

The aligner of claim 1-7 which performs immersion exposure of the aforementioned substrate based on the detection result of said alignment system, performing alignment of said substrate and said pattern given in any 1 term.

[Claim 12]

The front face of said criteria member is almost flat-tapped with the front face of the substrate held on said 1st substrate stage,

Said 1st substrate stage is the aligner of a publication of movable claim 2-11 given in any 1 term to the condition that said projection optics and said substrate counter from the condition that said projection optics and said criteria member have countered, holding a liquid locally to the image surface side of said projection optics.

[Claim 13]

Said liquid is held locally at the image surface side of said projection optics,

Said 1st substrate stage is an aligner according to claim 1 to 12 which has a flat part almost flat-tapped with the substrate front face around the substrate held on said 1st substrate stage.

[Claim 14]

It is the aligner which exposes two or more shot fields on said substrate by carrying out sequential exposure of the image of a pattern to two or more shot fields on a substrate through a liquid,

Projection optics which projects the image of a pattern on a substrate,

The 1st substrate stage holding said substrate,

The liquid feeder which supplies said liquid to the image surface side of said projection optics,

It has the 1st alignment system which detects the alignment mark on said substrate, without minding a liquid,

The aligner which performs immersion exposure of the aforementioned substrate based on the detection result of said 1st alignment system, performing alignment of said substrate and said pattern.

[Claim 15]

The aligner according to claim 14 characterized by determining relation with the projection location of the image of said pattern which is prepared in said 1st substrate stage, is equipped with the criteria member in which the reference mark was formed, and is formed through said liquid using said reference mark of the detection result of said 1st alignment system, and said projection optics.

[Claim 16]

Said 1st alignment system is an aligner according to claim 15 which determines the physical relationship of said reference mark and each shot field on said substrate by detecting said alignment mark.

[Claim 17]

The aligner according to claim 16 with which relation with the projection location of the image of said pattern which is equipped with the 2nd alignment system which detects said reference mark through said projection optics, and is formed through said liquid based on the detection result of said 2nd alignment system of each shot field and said projection optics on said substrate is determined.

[Claim 18]

Said 2nd alignment system is an aligner according to claim 17 which is in the condition that the liquid was supplied between said projection optics and said criteria members, and detects said reference mark.

[Claim 19]

The aligner according to claim 15 with which relation with the projection location of the image of said pattern which is equipped with the 2nd alignment system which detects the physical relationship of said reference mark and said pattern through said projection optics, and is formed through said liquid based on the detection result of said 2nd alignment system of each shot field and said projection optics on said substrate is determined.

[Claim 20]

It is the aligner according to claim 19 which said pattern is formed in a mask, and said 2nd alignment system is in the condition that the liquid was supplied between said projection optics and said criteria members, and detects physical relationship of said reference mark and mark of said mask.

[Claim 21]

Said 2nd alignment system is an aligner according to claim 17 which detects said reference mark through the transparence member arranged between said projection optics and said criteria members, and said projection optics.

[Claim 22]

Said liquid feeder is an aligner according to claim 14 which is in the condition that said projection optics and said criteria member have countered, after detection of the alignment mark on said substrate by said 1st alignment system, and starts supply of said liquid.

[Claim 23]

The front face of said criteria member is almost flat-tapped with the front face of the substrate held on said 1st substrate stage,

Said 1st substrate stage is the aligner of movable claim 15-22 given in any 1 term to the condition that said projection optics and said substrate have countered from the condition that said projection optics and said criteria member have countered, holding a liquid to the image surface side of said projection optics.

[Claim 24]

Said liquid is held locally at the image surface side of said projection optics,

Said 1st substrate stage is the aligner of claim 14-23 which has a flat part almost flat-tapped with the substrate front face around the substrate held on said 1st substrate stage given in any 1 term.

[Claim 25]

An aligner given in any 1 term of claims 14-24 which carry out immersion exposure of the substrate which said 1st substrate stage is in the condition that the liquid was supplied between the substrate held on said 2nd substrate stage, and said projection optics during detection of the alignment mark on the substrate which was equipped with the different 2nd substrate stage and held on said 1st substrate stage by said 1st alignment system, and was held on said 2nd substrate stage.

[Claim 26]

Furthermore, it is an aligner given in any 1 term of claims 14-25 which are equipped with the control unit which controls actuation of said aligner, and control a substrate stage so that this control unit performs alignment of said substrate and said pattern in the condition that the liquid is supplied on the substrate based on the detection result of said 1st alignment system in the condition that the liquid is not supplied on the substrate.

[Claim 27]

The device manufacture approach using an aligner given in any 1 term of claims 1-26.

[Claim 28]

It is the immersion exposure approach which imprints the image of a pattern on a substrate through a liquid, and exposes a substrate,

The step which searches for the field information on the front face of a substrate by measurement which does not mind the liquid supplied on said substrate,

The step which supplies a liquid on said substrate,

The immersion exposure approach containing the step which performs immersion exposure of said substrate, adjusting the physical relationship of said substrate front face and the image surface formed through said liquid based on said field information searched for.

[Claim 29]

The immersion exposure approach including asking for relation with the field information on the image surface of a pattern, and the front face of a substrate which supplied the liquid and was formed through the liquid in the step which searches for the field information on the front face of a substrate by measurement which does not mind the liquid supplied on a substrate on the substrate according to claim 28.

[Claim 30]

The exposure approach of claim 28 that the step which asks for the field location on said front face of a substrate, and the step of immersion exposure are carried out at another station.

[Claim 31]

It is the immersion exposure approach which imprints the image of a pattern on a substrate through a liquid, and exposes a substrate,

The step which detects the alignment mark on said substrate when the liquid is not supplied on the substrate,

The step which supplies a liquid on said substrate,

The immersion exposure approach which contains the step of immersion exposure of the aforementioned substrate, performing alignment of said substrate with which the liquid was supplied, and said pattern based on the detection result of said alignment mark.

[Claim 32]

The exposure approach of claim 31 carried out at the station where the step which detects said alignment mark differs from the step which performs immersion exposure.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

This invention relates to the immersion aligner exposed by the image of the pattern which projected at least the part between projection optics and a substrate according to projection optics in the condition of having filled with the liquid and the immersion exposure approach, and the device manufacture approach of using this aligner for a list.

[Background of the Invention]

[0002]

A semiconductor device and a liquid crystal display device are manufactured by the technique of the so-called photolithography which imprints the pattern formed on the mask on a photosensitive substrate. The aligner used at this photolithography process has the mask stage which supports a mask, and the substrate stage which supports a substrate, and it imprints the pattern of a mask to a substrate through projection optics, moving serially on a mask stage and a substrate stage. Since it corresponds to much more high integration of a device pattern in recent years, the further high resolution-ization of projection optics is desired. The resolution of projection optics becomes so high that the numerical aperture of projection optics is so large that the exposure wavelength to be used becomes short. Therefore, exposure wavelength used with an aligner is short-wavelength-ized every year, and the numerical aperture of projection optics is also increasing. And although the exposure wavelength of the current mainstream is 248nm of KrF excimer laser, no less than 193nm of the ArF excimer laser of short wavelength is being put further in practical use. Moreover, in case it exposes, the depth of focus (DOF) as well as resolution becomes important. Resolution R and the depth of focus delta are expressed with the following formulas, respectively.

$R = k_1 \lambda / NA$ -- (1)

$\Delta F = k_2 \lambda / NA^2$ -- (2)

Here, the numerical aperture of projection optics, and k_1 and k_2 is [λ of exposure wavelength and NA] process multipliers. (1) In order to raise resolution R, when exposure wavelength λ is shortened and numerical aperture NA is enlarged from a formula and (2) types, it turns out that the depth of focus delta becomes narrow.

[0003]

When the depth of focus delta becomes narrow too much, it becomes difficult to make a substrate front face agree to the image surface of projection optics, and there is a possibility that the focal margins at the time of exposure actuation may run short. Then, the immersion method which considers as the approach of shortening exposure wavelength substantially and making the depth of focus large, for example, is indicated by the international public presentation/[99th] No. 49504 official report is proposed. This immersion method expands the depth of focus by about n times while it improves resolution using filling between the inferior surface of tongue of projection optics, and substrate front faces with liquids, such as water and an organic solvent, and the wavelength of the exposure light in the inside of a liquid being set to $1/n$ in air (n being usually 1.2 to about 1.6 at the refractive index of a liquid).

[Patent reference 1] International public presentation/[99th] No. 49504 pamphlet

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0004]

In the aligner mentioned above, detection light is projected on a substrate front face during exposure of a substrate, a substrate surface location is detected by receiving that reflected light, and the physical relationship of the pattern image surface and the substrate front face which are formed through projection optics is appropriately adjusted based on this detection result. However, in the immersion aligner based on an immersion method, a liquid exists between projection optics and a substrate, the field location on the front face of a substrate cannot detect correctly in response to the effect of the temperature change of the liquid etc., and adjustment of the physical relationship on the pattern image surface and the front face of a substrate may not be performed appropriately. Similarly, if detection of the alignment mark on a substrate is performed through a liquid, in response to the effect of the temperature change of a liquid etc., the mark of a substrate cannot be detected correctly and alignment of a mask and a substrate may not be performed correctly.

[0005]

This invention is made in view of such a situation, and where a liquid is filled between projection optics and a substrate, in case exposure processing is performed, it aims at offering the immersion aligner and the immersion exposure approach of exposing a substrate in a good pattern imprint precision. Moreover, it aims at offering the immersion aligner and the immersion exposure approach of adjusting the physical relationship of a substrate front face and the pattern image surface to the optimal condition. Furthermore, it aims at offering the immersion aligner and the immersion exposure approach of performing alignment (alignment) of a substrate correctly.

[Means for Solving the Problem]

[0006]

In order to solve the above-mentioned technical problem, this invention has adopted the configuration of the following matched with drawing 1 shown in the gestalt of operation - drawing 8 . However, it does not pass over the sign with a parenthesis given to each element to instantiation of the element, but there is no intention which limits each element.

[0007]

The projection optics which is the aligner which will imprint the image of a pattern on a substrate (P) through a liquid (50), and will expose a substrate if the 1st mode of this invention is followed, and projects the image of a pattern on a substrate (PL), The liquid feeder which supplies a liquid (50) to the 1st substrate stage [holding a substrate (P)] (PST), and image surface side of projection optics (PL) (1), It has the field detection system (14) which detects the field information on the front face of a substrate (P), without minding a liquid (50). The aligner (EX) which performs immersion exposure of a substrate (P) is offered adjusting the physical relationship of a substrate (P) front face and the image surface formed through a liquid (50) of projection optics (PL) based on the detected field information.

[0008]

Since according to this invention immersion exposure is performed based on those information after detecting field information on the front face of a substrate, without minding the liquid for immersion exposure, adjustment of the physical relationship of a substrate front face and the image surface formed through a liquid and alignment of each shot field on a substrate and the projection location of a pattern image can be performed correctly, without being influenced of the temperature change of a liquid etc. Moreover, it is not necessary to constitute an alignment system in immersion correspondence, and the conventional detection system can be used as it is.

[0009]

If the 2nd mode of this invention is followed, it will be the aligner which exposes two or more shot fields on said substrate by carrying out sequential exposure of the image of a pattern through a liquid (50) to two or more shot fields (S1-S20) on a substrate (P). The projection optics (PL) which projects the image of a pattern on a substrate, and the 1st substrate stage holding a substrate (P) (PST), The liquid feeder which supplies a liquid (50) to the image surface side of projection optics (PL) (1), It has the 1st alignment system (18) which detects the alignment mark on a substrate (P), without minding a liquid (50). Based on the detection result of the 1st alignment system (18), the aligner (EX) which performs immersion exposure of a substrate (P) is offered, performing alignment of a

substrate (P) and a pattern.

[0010]

Since according to this invention immersion exposure is performed based on those information after detecting the alignment mark on a substrate, without minding the liquid for immersion exposure Adjustment of the physical relationship of a substrate front face and the image surface formed through a liquid and alignment of each shot field on a substrate and the projection location of a pattern image can be correctly performed like the aligner of the 1st mode, without being influenced of the temperature change of a liquid etc. Moreover, it is not necessary to constitute an alignment system in immersion correspondence, and the conventional detection system can be used as it is.

[0011]

In this invention, the device manufacture approach characterized by using the aligner of the above-mentioned mode is offered.

[0012]

If the 3rd mode of this invention is followed, it will be the immersion exposure approach which imprints the image of a pattern on a substrate (P) through a liquid (50), and exposes a substrate. The step which searches for the field information on the front face of a substrate by measurement which does not mind the liquid supplied on said substrate (P) (S2, S4), The immersion exposure approach containing the step (S5) which supplies a liquid on said substrate, and the step (S8) which performs immersion exposure of said substrate, adjusting physical relationship with the image surface formed through said substrate front face and said liquid based on said field information searched for is offered. According to this approach, the field information on the front face of a substrate can perform positioning of a substrate correctly and easily, without being influenced by physical changes, such as temperature of a liquid, since it asks by measurement which does not mind a liquid.

[0013]

If the 4th mode of this invention is followed, it will be the immersion exposure approach which imprints the image of a pattern on a substrate through a liquid (50), and exposes a substrate (P). The step which detects the alignment mark on said substrate when the liquid is not supplied on the substrate (S1), The immersion exposure approach containing the step (S8) of immersion exposure of the aforementioned substrate is offered performing alignment of the step (S5) which supplies a liquid on said substrate, and a said substrate with which the liquid was supplied based on the detection result of said alignment mark and said pattern. Positioning of the shot field of a substrate can be performed correctly and easily, without being influenced by physical changes, such as temperature of the liquid used for immersion exposure, since alignment of the shot field of a substrate is performed in the condition (dry condition) of not minding a liquid according to this approach. On the other hand, since exposure actuation is performed where a liquid is supplied (WETO condition), the large exposure of the depth of focus of it is attained. Moreover, since an alignment system can use conventional equipment, the increment in the equipment cost accompanying immersion exposure can be controlled.

[Effect of the Invention]

[0014]

Since the immersion aligner and the immersion exposure approach of this invention perform immersion exposure based on those information after detecting detection of the field information on the front face of a substrate, and the alignment mark on a substrate, without minding the liquid for immersion exposure, they can perform correctly adjustment of the physical relationship of a substrate front face and the image surface formed through a liquid, and alignment of each shot field on a substrate, and the projection location of a pattern image. Therefore, accurate exposure processing can be performed and the device which demonstrates the desired engine performance can be manufactured.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0015]

Hereafter, it explains, referring to a drawing about the aligner and the device manufacture approach of this invention. Drawing 1 is the outline block diagram showing 1 operation gestalt of the aligner of this invention.

[0016]

The mask stage MST where Aligner EX supports Mask M in drawing 1 The illumination-light study system IL which illuminates the mask M currently supported by the substrate stage PST which supports Substrate P, and the mask stage MST with the exposure light EL It has the control unit CONT which carries out generalization control of the actuation of the projection optics PL which carries out projection exposure of the image of the pattern of the mask M illuminated with the exposure light EL at the substrate P currently supported by the substrate stage PST, and the whole aligner EX.

[0017]

Here, with this operation gestalt, carrying out a synchronized drive for being suitable (hard flow), as an aligner EX, the case where the scanning aligner (the so-called scanning stepper) which exposes a mutually different pattern [in / for Mask M and Substrate P / a scanning direction] formed in Mask M to Substrate P is used is made into an example, and it explains. Let [the direction which is in agreement with the optical axis AX of projection optics PL] a direction (non-scanning direction) perpendicular to X shaft orientations, Z shaft orientations, and Y shaft orientations be Y shaft orientations for the direction of a synchronized drive of Mask M and Substrate P (scanning direction) in the following explanation in a flat surface perpendicular to Z shaft orientations and Z shaft orientations. Moreover, let the directions of the circumference of the X-axis, a Y-axis, and the Z-axis be thetaX, thetaY, and theta Z direction, respectively. In addition, a "substrate" here contains the reticle the "mask" had the device pattern by which contraction projection is carried out formed on a substrate including what applied the resist on the semi-conductor wafer.

[0018]

The illumination-light study system IL illuminates the mask M currently supported by the mask stage MST with the exposure light EL, and has the adjustable field diaphragm which sets up the lighting field on the condensing lens which condenses the exposure light EL from an optical integrator and an optical integrator which equalizes the illuminance of the flux of light injected from the light source for exposure, and the light source for exposure, a relay lens system, and the mask M by the exposure light EL in the shape of a slit. The predetermined lighting field on Mask M is illuminated by the illumination-light study system IL with the exposure light EL of uniform illumination distribution. As an exposure light EL injected from the illumination-light study system IL, vacuum-ultraviolet light (VUV light), such as far-ultraviolet light (DUV light), such as the bright line (g line, h line, i line) of an ultraviolet area, KrF excimer laser light (wavelength of 248nm), etc. which are injected, for example from a mercury lamp, and ArF excimer laser light (wavelength of 193nm), F2 laser beam (wavelength of 157nm), etc. is used. ArF excimer laser light is used with this operation gestalt.

[0019]

that to which a mask stage MST supports Mask M -- it is -- the inside of a flat surface perpendicular to the optical axis AX of projection optics PL, i.e., XY flat surface, -- two-dimensional -- minute to movable and theta Z direction -- it is pivotable. A mask stage MST is driven with the mask stage driving gears MSTG, such as a linear motor. The mask stage driving gear MSTG is controlled by the control unit CONT. The migration mirror 56 is formed on the mask stage MST. Moreover, the laser interferometer 57 is formed in the location which counters the migration mirror 56. The location of the two-dimensional direction of the mask M on a mask stage MST and an angle of rotation are measured on real time by the laser interferometer 57, and a measurement result is outputted to a control unit CONT. A control device CONT positions the mask M currently supported by the mask stage MST by driving the mask stage driving gear MSTG based on the measurement result of a laser interferometer 57.

[0020]

Projection optics PL carries out projection exposure of the pattern of Mask M for the predetermined projection scale factor beta at Substrate P, it consists of two or more optical elements (lens), and these optical elements are supported by the lens-barrel PK as a metal member. In this operation gestalt, the projection scale factor beta of projection optics PL is the contraction system of 1/4 or 1/5. In addition, any of unit systems and an expansion system are sufficient as projection optics PL. Moreover, the optical element (lens) 60 is exposed to the tip side (Substrate P side) of the projection optics PL of this operation gestalt from Lens-barrel PK. This optical element 60 is formed possible

[attachment and detachment (exchange)] to Lens-barrel PK.

[0021]

The substrate stage (the 1st substrate stage) PST is equipped with Z stage 51 which holds Substrate P through a substrate holder, X-Y stage 52 which supports Z stage 51, and the base 53 which supports X-Y stage 52 in support of Substrate P. The substrate stage PST is driven with the substrate stage driving gears PSTD, such as a linear motor. The substrate stage driving gear PSTD is controlled by the control unit CONT.

[0022]

The field information on the front face of Substrate P (positional information and inclination information in Z shaft orientations) is detected by the focal leveling detection system 14 which is a field detection system. The focal leveling detection system 14 is equipped with projection-system 14A which projects detection light on a substrate P front face, and light-receiving system 14B which receives the reflected light from the substrate P. The detection result of the focal leveling detection system 14 is outputted to a control unit CONT. A control device CONT drives Z stage 51 based on the detection result of the focal leveling detection system 14, and doubles the front face of Substrate P with the optimal condition to the image surface of projection optics PL by the automatic focus method and the auto leveling method by adjusting the location (focal location) and tilt angle in Z shaft orientations of the substrate P currently held at Z stage 51. In addition, a Z stage and an X-Y stage may be formed in one.

[0023]

On the substrate stage PST (Z stage 51), the migration mirror 54 which moves to projection optics PL with the substrate stage PST is formed. Moreover, the laser interferometer 55 is formed in the location which counters the migration mirror 54. The location of the two-dimensional direction of the substrate P on the substrate stage PST and an angle of rotation are measured on real time by the laser interferometer 55, and a measurement result is outputted to a control unit CONT. A control device CONT adjusts the location (it is [the image surface of projection optics PL, and] the location of an parallel direction substantially) in the XY direction of Substrate P by driving X-Y stage 52 through the substrate stage driving gear PSTD based on the measurement result of a laser interferometer 55, and positions the substrate P currently supported by the substrate stage PST.

[0024]

Near the tip of projection optics PL, the substrate alignment system (the 1st alignment system) 18 which detects the reference mark (after-mentioned) prepared on the alignment mark on Substrate P or Z stage 51 is arranged. Moreover, near the mask stage MST, the mask alignment system (the 2nd alignment system) 19 which detects the reference mark on Z stage 51 through Mask M and projection optics PL is formed.

[0025]

In addition, as a configuration of the automatic focus leveling detection system 14, it is indicated by JP,8-37149,A (U.S. Pat. No. 6,195,154), for example. Moreover, it is indicated by JP,4-65603,A (U.S. Pat. No. 5,493,403) as a configuration of the substrate alignment system 18. Furthermore, it is indicated by JP,7-176468,A (U.S. Pat. No. 5,646,413) as a configuration of the mask alignment system 19.

[0026]

With this operation gestalt, while shortening exposure wavelength substantially and improving resolution, in order to make the depth of focus large substantially, an immersion method is applied. Therefore, while imprinting the image of the pattern of Mask M on Substrate P at least, the predetermined liquid 50 is filled between the front face of Substrate P, and the apical surface (inferior surface of tongue) 7 of the optical element 60 by the side of the substrate P of projection optics PL (lens). As mentioned above, the lens 60 is exposed to the tip side of projection optics PL, and a liquid 50 is supplied so that only a lens 60 may be contacted. Thereby, the corrosion of the lens-barrel PK which consists of a metal etc. is prevented. Pure water is used for a liquid 50 in this operation gestalt. Even if pure water is the case where not only ArF excimer laser light but exposure light EL is made into far-ultraviolet light (DUV light), such as the bright line (g line, h line, i line) of an ultraviolet area, KrF excimer laser light (wavelength of 248nm), etc. which are injected from a mercury lamp, it can penetrate such exposure light EL.

[0027]

Aligner EX is equipped with the liquid feeder 1 which supplies the predetermined liquid 50 to an apical surface [of projection optics PL] (apical surface of lens 60) 7 and space [between Substrates P] 56, i.e., the image surface of projection optics PL, side, and the liquid recovery system 2 which collects the liquids 50 of space 56. The liquid feeder 1 is for filling at least the part between projection optics PL and Substrate P with a liquid 50, and is equipped with a tank, a booster pump, etc. which hold a liquid 50. The end section of a supply pipe 3 is connected to the liquid feeder 1, and the supply nozzle 4 is connected to the other end of a supply pipe 3. The liquid feeder 1 supplies a liquid 50 to space 56 through a supply pipe 3 and the supply nozzle 4.

[0028]

The liquid recovery system 2 is equipped with the tank which holds a suction pump and the collected liquid 50. The end section of the recovery tubing 6 is connected to the liquid recovery system 2, and the recovery nozzle 5 is connected to the other end of the recovery tubing 6. The liquid recovery system 2 collects the liquids 50 of space 56 through the recovery nozzle 5 and the recovery tubing 6. In case a liquid 50 is filled to space 56, a control unit CONT drives the liquid recovery system 2, and collects the liquids 50 of the specified quantity from space 56 per unit time amount through the recovery nozzle 5 and the recovery tubing 6 while it drives the liquid feeder 1 and supplies the liquid 50 of the specified quantity per unit time amount to space 56 through a supply pipe 3 and the supply nozzle 4. Thereby, a liquid 50 is held in the apical surface 7 of projection optics PL, and the space 56 between Substrates P. The temperature of a liquid 50 is set up to the same extent as the temperature in the chamber in which Aligner EX is held.

[0029]

Drawing 2 is the partial enlarged drawing of drawing 1 showing the lower part, the liquid feeder 1, the liquid recovery system 2, etc. of projection optics PL of Aligner EX. In drawing 2, point 60A leaves only a part required for a scanning direction, and the lens 60 of the lowest edge of projection optics PL is formed in Y shaft orientations (non-scanning direction) in the shape of [long and slender] a rectangle. At the time of scan exposure, some pattern images of Mask M are projected on the projection field of the rectangle [directly under] of point 60A, and Substrate P moves in the direction of +X (or the direction of -X) by rate βV (β is a projection scale factor) through X-Y stage 52 to projection optics PL synchronizing with Mask M moving in the direction of -X (or the direction of +X) at a rate V. And after exposure ending to one shot field, the next shot field moves to a scan starting position by stepping of Substrate P, and exposure processing to each shot field is hereafter performed one by one by step - and - scanning method. With this operation gestalt, it is set up so that a liquid 50 may be poured along the migration direction of Substrate P.

[0030]

Drawing 3 is drawing showing the physical relationship of point 60A of the lens 60 of projection optics PL, the supply nozzle 4 (4A-4C) which supplies a liquid 50 to X shaft orientations, and the recovery nozzle 5 (5A, 5B) which collects liquids 50. In drawing 3, the configuration of point 60A of a lens 60 is the shape of a long and slender rectangle at Y shaft orientations, three supply nozzles 4A-4C are arranged at the direction side of +X, and two recovery nozzles 5A and 5B are arranged at the direction side of -X so that point 60A of the lens 60 of projection optics PL may be inserted into X shaft orientations. And the supply nozzles 4A-4C are connected to the liquid feeder 1 through a supply pipe 3, and the recovery nozzles 5A and 5B are connected to the liquid recovery system 2 through the recovery tubing 4. Moreover, the supply nozzles 8A-8C and the recovery nozzles 9A and 9B are arranged in the location which rotated the supply nozzles 4A-4C and the recovery nozzles 5A and 5B 180 degrees of abbreviation to the core of point 60A. The supply nozzles 4A-4C and the recovery nozzles 9A and 9B are arranged by turns by Y shaft orientations, the supply nozzles 8A-8C and the recovery nozzles 5A and 5B are arranged by turns by Y shaft orientations, the supply nozzles 8A-8C are connected to the liquid feeder 1 through a supply pipe 10, and the recovery nozzles 9A and 9B are connected to the liquid recovery system 2 through the recovery tubing 11.

[0031]

And when moving Substrate P to the scanning direction (the direction of -X) shown by the arrow head Xa and performing scan exposure, supply and recovery of a liquid 50 are performed by the liquid feeder 1 and the liquid recovery system 2 using a supply pipe 3, the supply nozzles 4A-4C, the

recovery tubing 4, and the recovery nozzles 5A and 5B. namely, in case Substrate P moves in the direction of -X While a liquid 50 is supplied between projection optics PL and Substrate P from the liquid feeder 1 through a supply pipe 3 and the supply nozzle 4 (4A-4C) Liquids 50 are collected by the liquid recovery system 2 through the recovery nozzle 5 (5A, 5B) and the recovery tubing 6, and a liquid 50 flows in the direction of -X so that between a lens 60 and Substrates P may be filled. When moving Substrate P to the scanning direction (the direction of +X) shown by the arrow head Xb on the other hand and performing scan exposure, supply and recovery of a liquid 50 are performed by the liquid feeder 1 and the liquid recovery system 2 using a supply pipe 10, the supply nozzles 8A-8C, the recovery tubing 11, and the recovery nozzles 9A and 9B. namely, in case Substrate P moves in the direction of +X While a liquid 50 is supplied between projection optics PL and Substrate P from the liquid feeder 1 through a supply pipe 10 and the supply nozzle 8 (8A-8C) Liquids 50 are collected by the liquid recovery system 2 through the recovery nozzle 9 (9A, 9B) and the recovery tubing 11, and a liquid 50 flows in the direction of +X so that between a lens 60 and Substrates P may be filled. Thus, a control unit CONT pours a liquid 50 in the same direction as the migration direction of Substrate P along the migration direction of Substrate P using the liquid feeder 1 and the liquid recovery system 2. Since the liquid 50 supplied through the supply nozzle 4 in this case from the liquid feeder 1 is drawn in space 56 with migration in the direction of -X of Substrate P, is made and flows, that the supply energy of the liquid feeder 1 is also small can supply a liquid 50 to space 56 easily. And also when scanning Substrate P by changing the direction which pours a liquid 50 according to a scanning direction in the which direction of the direction of +X, or the direction of -X, between the apical surface 7 of a lens 60 and Substrates P can be filled with a liquid 50, and high resolution and the large depth of focus can be obtained.

[0032]

In addition, especially the configuration of the nozzle mentioned above is not limited and may be made to perform supply or recovery of a liquid 50 with two pairs of nozzles about the long side of point 60A. In addition, in this case, in order to enable it to perform supply and recovery of a liquid 50 also from the which direction of the direction of +X, or the direction of -X, it may compare with a supply nozzle and a recovery nozzle up and down, and you may arrange. Moreover, although not illustrated, the nozzle which performs supply and recovery of a liquid 50 is prepared in the surroundings of the lens 60 of projection optics PL at intervals of predetermined, and also when Substrate P moves in the direction of [other than a scanning direction (the direction of +X, the direction of -X)], it can pour a liquid 50 in the migration direction and this direction of Substrate P to the migration direction of Substrate P, and parallel.

[0033]

Drawing 4 is the outline top view which looked at Z stage 51 from the upper part. rectangle-like Z stage 51 -- in two perpendicular side faces, the migration mirror 54 arranges mutually -- having -- **** -- Z stage 51 -- in the center, Substrate P is mostly held through the non-illustrated holder. On Substrate P, two or more shot fields S1-S20 are set up. The auxiliary plate 41 which has the front face of Substrate P and the flat surface of the almost same height is formed in the perimeter of Substrate P. Although there is an about 1-2mm clearance between the edge of Substrate P, and the auxiliary plate 41, a liquid 50 hardly flows into the clearance with the surface tension of a liquid 50, and also when exposing near the periphery of Substrate P, a liquid 50 can be held under projection optics PL.

[0034]

The orientation plate (criteria member) 42 is formed in one corner of Z stage 51 in one with the auxiliary plate 41. Reference mark PFM detected by the substrate alignment system 18 and the substrate mark MFM detected by the mask alignment system 19 are formed in the orientation plate 42 by position relation. Moreover, the front face of an orientation plate 42 has become almost flat, and also plays a role of datum level of the focal leveling detection system 14. In addition, the datum plane of the focal leveling detection system 14 may be prepared on Z stage 51 independently [an orientation plate 42]. Moreover, to the auxiliary plate 41, an orientation plate 42 may be detached about 1-2mm, and may be formed. Moreover, you may make it prepare reference mark PFM and reference mark MFM in a respectively different member. Furthermore, the front face of an orientation plate 42 is set as the almost same height as the front face of Substrate P, and the front

face of the auxiliary plate 41, and it can move the immersion part under projection optics PL between an orientation plate 42 and Substrate P, holding a liquid 50 under projection optics PL.
[0035]

Next, it explains, referring to the flow chart of drawing 8 about the procedure which exposes the pattern of Mask M to Substrate P using the aligner EX mentioned above.

[0036]

[Detection of an alignment mark (the XY direction) in dry condition]

Before supplying a liquid 50 from the liquid feeder 1, in the condition that there is no liquid on Substrate P, measurement processing is performed first. A control unit CONT moves X-Y stage 52, carrying out the monitor of the output of a laser interferometer 55 so that the optical axis AX of projection optics PL may advance shot field S1 - S20 top along with the wavy line arrow head 43 of drawing 4. In the middle of the migration, the substrate alignment system 18 detects two or more alignment marks (un-illustrating) currently formed on Substrate P, without minding a liquid (S1). In addition, it is stopped by X-Y stage 52 when the substrate alignment system 18 detects an alignment mark. Consequently, the positional information of each alignment mark within the system of coordinates specified by the laser interferometer 55 is measured. In addition, detection of the alignment mark by the substrate alignment system 18 may detect all the alignment marks on Substrate P, and is good to even detect the part. Moreover, while the substrate alignment system 18 moves Substrate P, when the alignment mark on Substrate P is detectable, it is not necessary to stop X-Y stage 52.

[0037]

[Detection of the substrate surface location (Z direction) in dry condition]

Moreover, it is detected, without the surface information on Substrate P minding a liquid by the focal leveling detection system 14 during migration of the X-Y stage 52 (S2). detection of the surface information by the focal leveling detection system 14 -- all shot field S1- on Substrate P -- it is carried out for every S20, and a detection result makes the location of the scanning direction (X shaft orientations) of Substrate P correspond, and is memorized by the control unit CONT. In addition, it is also good to perform detection of the surface information by the focal leveling detection system 14 to some shot fields.

In addition, you may move so that migration of X-Y stage 52 can also perform desired detection not only in drawing 4 but in the shortest possible distance.

Moreover, detection of the positional information of two or more alignment marks and one detection of the detection of the field information on Substrate P are made to complete previously, and it may be made to perform detection of another side after that.

[0038]

[Detection of reference mark PFM (the XY direction) in dry condition]

After detection of the alignment mark of Substrate P and detection of the surface information on Substrate P are completed, a control device CONT moves X-Y stage 52 so that the detection field of the substrate alignment system 18 may be positioned on an orientation plate 42. The substrate alignment system 18 detects reference mark PFM on an orientation plate 42, and measures the positional information of reference mark PFM within the system of coordinates specified by the laser interferometer 55 (S3).

[0039]

By completion of detection processing of this reference mark PFM, the physical relationship of reference mark PFM and two or more alignment marks on Substrate P is searched for. When the physical relationship of reference mark PFM and two or more alignment marks on Substrate P is searched for, it means that the physical relationship of reference mark PFM and two or more shot fields S1-S20 on Substrate P was searched for, respectively since the physical relationship of two or more alignment marks and the shot fields S1-S20 was known. Moreover, since reference mark PFM and reference mark MFM have a position relation, it means that the physical relationship of reference mark MFM within XY flat surface and two or more shot fields S1-S20 on Substrate P was determined, respectively.

[0040]

[Detection of the surface location (Z direction) of the orientation plate in dry condition]

Before detection of reference mark PFM by the substrate alignment system 18, or to the back, a control device CONT detects the surface information on the front face (datum plane) of an orientation plate 42 by the focal leveling detection system 14 (S4). It means that the relation between orientation plate 42 front face and a substrate P front face was called for by completion of detection processing of the front face of this orientation plate 42.

[0041]

[Detection of detection (the XY direction) of reference mark MFM in wet condition]

Next, a control device CONT moves X-Y stage 52 so that the mask alignment system 19 can detect reference mark MFM on an orientation plate 42. In this condition, point 60A of projection optics PL and an orientation plate 42 have countered with a natural thing. A control unit CONT starts the supply and recovery of a liquid 50 by the liquid feeder 1 and the liquid recovery system 2 here, and between projection optics PL and orientation plates 42 is filled with a liquid 50 (S5).

[0042]

Next, a control unit CONT detects reference mark MFM through Mask M, projection optics PL, and a liquid 50 by the mask alignment system 19 (S6). That is, the physical relationship of the mark on Mask M and reference mark MFM is detected through projection optics PL and a liquid. It means that this minds projection optics PL and a liquid 50, and the location of the mask M within XY flat surface, i.e., the projection positional information of the image of the pattern of Mask M, was detected using reference mark MFM.

[0043]

[Detection of detection (Z direction) of the orientation plate in wet condition]

Moreover, a control unit CONT is in the condition which supplied the liquid 50 between projection optics PL and an orientation plate 42, detects the front face (datum plane) of an orientation plate 42 by the focal leveling detection system 14, and measures the relation between the image surface formed through projection optics PL and a liquid 50, and the front face of an orientation plate 42 (S7). It means that the relation of the image surface and the substrate P front face which are formed through projection optics PL and a liquid 50 was detected using the orientation plate 42 by the focal leveling detection system's 14 being able to detect now the physical relationship (gap) of the image surface and the specimen plane which are formed through a liquid 50 of projection optics PL in wet condition, and detecting the front face of an orientation plate 42 in wet condition.

[0044]

[Alignment in wet condition, and exposure]

After the above measurement processings are completed, performing supply and recovery of a liquid 50, in order to expose each shot fields S1-S20 on Substrate P, a control unit CONT moves X-Y stage 52, and moves the immersion part under projection optics PL to up to Substrate P. Since the front face of an orientation plate 42, the auxiliary plate 41, and Substrate P is the respectively almost same height, where a liquid 50 is held, it can move X-Y stage 52 to the bottom of projection optics PL.

[0045]

And scan exposure of each shot fields S1-S20 on Substrate P is carried out using each information searched for during the above-mentioned measurement processing (S8). That is, based on the information on the physical relationship of the reference mark PFM and each shot fields S1-S20 for which it asked before supply of a liquid 50, and the projection positional information of the image of the pattern of the mask M for which it asked using reference mark MFM after supply of a liquid 50, each shot fields S1-S20 on Substrate P and alignment with Mask M are performed during the scan exposure to each of each shot field (S8).

[0046]

Moreover, during the scan exposure to each shot fields S1-S20 The information on the relation of the orientation plate 42 front face and substrate P front face for which it asked before supply of a liquid 50, And the physical relationship of a substrate P front face and the image surface formed through a liquid 50 is adjusted, without using the focal leveling detection system 14 based on the information on the physical relationship of orientation plate 42 front face for which it asked after supply of a liquid 50, and the image surface formed through a liquid 50. Thus, since the detection of the focal leveling detection system 14 performed through a liquid 50 is only a time of detecting orientation plate 42 front face before exposure initiation of Substrate P, it can suppress the effect of the

temperature change of a liquid 50 etc. to the minimum, and can perform detection actuation of the focal leveling detection system 14.

[0047]

In addition, the field information on a substrate P front face is detected using the focal leveling detection system 14 during scan exposure, and you may make it use for the check of the adjustment result of the physical relationship of a substrate P front face and the image surface. Moreover, the field information which detected the field information on a substrate P front face using the focal leveling detection system 14, and was detected during scan exposure is considered further, and you may make it adjust the physical relationship of a substrate P front face and the image surface during scan exposure.

[0048]

Moreover, although the focal leveling detection system 14 which projects detection light on the inside of the projection field in which the image of the pattern of Mask M is formed, or its near was used with the above-mentioned operation gestalt when detecting the surface information on Substrate P without a liquid, the focal leveling detection system (un-illustrating) carried in the substrate alignment system 18 may be used. The focal leveling detection system carried in the substrate alignment system 18 is used in order to adjust the surface location of Substrate P, when detecting the alignment mark on Substrate P by the substrate alignment system 18. As a concrete configuration of a focal leveling detection system, it is indicated by JP,2001-257157,A (United States patent official reports 2001/0023918A), for example.

[0049]

Moreover, although adjustment of the physical relationship of a substrate P front face and the image surface is performed by moving Z stage 51 holding Substrate P with the above-mentioned operation gestalt, some of two or more lenses which constitute Mask M and projection optics PL are moved, and you may make it double the image surface with a substrate P front face, and may make it tune the wavelength of the exposure light EL finely.

Moreover, in an above-mentioned operation gestalt, although he is trying to start supply of a liquid 50 from the liquid feeder 1 after the alignment mark on Substrate P, and detection of reference mark PFM As long as it is possible, it may be made to perform alignment mark on Substrate P, and detection of reference mark PFM, without minding a liquid, supplying a liquid 50 from the liquid feeder 1, and holding a liquid 50 locally to the image surface side of projection optics PL before the detection.

Moreover, although related attachment by the image surface formed through an orientation plate 42 in an above-mentioned operation gestalt through surface information, and the projection optics PL and the liquid 50 of the substrate P measured in dry condition is performed The predetermined field on Substrate P is made into a datum plane instead of an orientation plate 42. In dry condition and wet condition The focal leveling detection system 14 detects the predetermined field, and it may be made to perform related attachment by the image surface formed through surface information, and the projection optics PL and the liquid 50 of the substrate P measured in dry condition.

Moreover, although an above-mentioned operation gestalt sets and the focal leveling detection system 14 is used in both dry condition and wet condition, the focal leveling detection system for dry condition and the focal leveling detection system for wet condition may be prepared separately. Moreover, the surface information on the substrate P detected in dry condition by the focal leveling detection system 14, When relation (offset) with the image surface formed through a liquid of projection optics PL is known beforehand Detection in the wet condition by the focal leveling detection system 14 is omitted. It may be made to carry out immersion exposure of each shot field on Substrate P, adjusting the physical relationship of the image surface and the substrate P front face which are formed through a liquid of projection optics PL based on the surface information on the substrate P measured in dry condition. In this case, it is not necessary to form the orientation plate 42 as a datum plane on the substrate stage PST. The criteria member in which the reference mark was formed is required.

[0050]

As mentioned above, since immersion exposure is performed based on those information after performing detection of the alignment mark on Substrate P, and detection of substrate P surface

information, without minding the liquid 50 for immersion exposure, physical relationship of each shot fields S1-S20 on Substrate P, alignment with Mask M and a substrate P front face, and the image surface formed through a liquid 50 can be adjusted correctly.

[0051]

Drawing 5 is drawing showing the modification of this invention, and is drawing showing the outline configuration of lens 60 near [projection optics PL]. In addition, in drawing 5 , since it is easy, the liquid feeder 1, the liquid recovery system 2, and the substrate alignment system 18 grade have been omitted.

[0052]

The focal leveling detection systems 61 and 62 which detect the field information on a substrate P front face with the same configuration as the focal leveling detection system 14 on both sides of the lens 60 of projection optics PL about X shaft orientations are formed in the aligner EX shown in drawing 5 . Each detection field of the focal leveling systems 61 and 62 is set as the location distant from the immersion part, also when a liquid 50 is supplied to the bottom of projection optics PL (the liquid 50 is held locally at the image surface side of projection optics PL). The focal leveling detection system 61 is used when performing scan exposure, while Substrate P moves in the direction of -X, and the focal leveling detection system 62 is used when performing scan exposure, while Substrate P moves in the direction of +X.

[0053]

In the case of the aligner of this operation gestalt, alignment (alignment) of Mask M and each shot field on Substrate P is performed like an above-mentioned operation gestalt.

[0054]

In measurement processing of this operation gestalt, it is in the condition which supplied the liquid 50 between projection optics PL and an orientation plate 42, and the focal leveling detection system 14 detects the surface location of an orientation plate 42, Z stage 51 is moved based on the detection result, and the front face of an orientation plate 42 is doubled with the image surface formed through projection optics PL and a liquid 50. At this time, each detection field of the focal leveling detection systems 61 and 62 is also located on an orientation plate 42 (at this time). By a liquid's existing, twisting it to the detection field of the focal leveling detection systems 61 and 62, and detecting the front face of an orientation plate 42 by the focal leveling detection systems 61 and 62, respectively A control unit CONT can ask for the relation between the image surface formed through projection optics PL and a liquid 50, and each field information detected without minding a liquid by the focal leveling detection systems 61 and 62.

[0055]

After the above measurement processings are completed, in order to expose each shot fields S1-S20 on Substrate P, a control unit CONT moves X-Y stage 52, performing supply and recovery of a liquid 50, and moves the immersion part under projection optics PL to up to Substrate P. And a control unit CONT carries out scan exposure of each shot fields S1-S20 on Substrate P using each information searched for during the above-mentioned measurement processing. Adjustment of the physical relationship of the image surface and the substrate P front face which are formed through projection optics PL and a liquid 50 is performed during scan exposure of each shot field on Substrate P using projection optics PL and the focal leveling detection systems 61 and 62 which have a detection field on the outside of the immersion part between Substrates P, without using the focal leveling detection system 14. for example, in carrying out scan exposure of a certain shot field on Substrate P, moving Substrate P in the direction of -X Before the shot field for [the] exposure goes into the immersion part between projection optics PL and Substrate P When sequential detection of the field positional information of the shot field front face is carried out by the focal leveling detection system 61 and the shot field passes the immersion part between projection optics PL and Substrate P Based on the field positional information detected by the focal leveling detection system 61, the physical relationship of the shot field front face and image surface is adjusted. Since the relation of the field information and the optimal image surface which are detected by the focal leveling detection system 61 is beforehand called for using the orientation plate 42, only the field positional information detected by the focal leveling detection system 61 can double the shot field front face correctly to the optimal image surface, without being influenced of the temperature change

of a liquid 50 etc. In addition, as the previous operation gestalt described, it cannot be overemphasized that you may use together while exposing the focal leveling detection system 14. [0056]

Moreover, although the twin stage mold aligner which carried two stages holding Substrate P has appeared in recent years, this invention is applicable also to a twin stage mold aligner. [0057]

Drawing 6 is the outline block diagram of a twin stage mold aligner. The twin stage mold aligner is respectively equipped with the independently movable 1st and 2nd substrate stages PST1 and PST2 for the common base 71 top. The 1st and 2nd substrate stages PST1 and PST2 are equipped with the orientation plate 42 shown in drawing 4, respectively, and the orientation plates 74 and 75 which have an equivalent configuration. Moreover, the twin stage mold aligner has the exposure station and measurement / exchange station, and all the systems (the focal leveling detection system 14 is included) of drawing 4 are carried in the exposure station except for the substrate alignment system 18. Moreover, the focal leveling detection system 73 which has the substrate alignment system 72, projection-system 73A, and light-receiving system 73B is carried in measurement / exchange station.

[0058]

As fundamental actuation of such a twin stage mold aligner, exchange and measurement processing of the substrate P on the 1st substrate stage PST 1 are performed at measurement / exchange station at an exposure station during exposure processing of the substrate P on the 2nd substrate stage PST 2, for example. And after each activity is completed, the 2nd substrate stage PST 2 moves to measurement / exchange station, the 1st substrate stage PST 1 moves to an exposure station in parallel to it, measurement and the message exchange are shortly performed on the 2nd substrate stage PST 2, and exposure processing is performed to the substrate P on the 1st substrate stage PST 1.

[0059]

When this invention is applied to a twin stage mold aligner, measurement processing which was explained with the above-mentioned operation gestalt and which is performed without minding a liquid is performed at measurement / exchange station. For example, the midst to which immersion exposure processing is performed at the exposure station to the substrate P on the 2nd substrate stage PST 2, and measurement processing which does not mind a liquid using the substrate alignment system 72, the focal leveling detection system 73, and an orientation plate 74 at a measurement station to the substrate P on the 1st substrate stage PST 1 are performed. And if the measurement processing which does not mind a liquid is completed, exchange with the 1st substrate stage PST 1 and the 2nd substrate stage PST 2 will be performed, and as shown in drawing 6, positioning of the 1st substrate stage PST 1 will be carried out so that the orientation plate 74 and projection optics PL of the 1st substrate stage PST 1 may counter. In this condition, a control unit CONT starts supply of a liquid 50, and fills between projection optics PL and orientation plates 74 with a liquid 50, and the measurement processing and exposure processing through the same liquid as the above-mentioned operation gestalt are performed. In addition, the alignment information on each shot field once called for at measurement / exchange station is defined on the basis of reference mark PFM of an orientation plate (memorizing). In case immersion exposure is performed at an exposure station Migration of the 1st substrate stage PST 1 is controlled so that positioning of each shot field is carried out based on the physical relationship of reference mark MFM and Mask M which are formed by position relation to reference mark PFM of an orientation plate. That is, using reference marks PFM and MFM, the alignment information on each shot field called for at measurement / exchange station is received effective in an exposure station, and is passed.

[0060]

Thus, since measurement processing which does not mind a liquid during immersion exposure processing on the stage of another side can be performed on one stage in the case of a twin stage mold aligner, the throughput of exposure processing can be improved. About the structure of the aligner of a twin stage mold, and exposure actuation, it is indicated by JP,10-163099,A and JP,10-214783,A (a correspondence U.S. Pat. No. 6,341,007 number, No. 6,400,441, No. 6,549,269, and No. 6,590,634), the ** table No. (correspondence U.S. Pat. No. 5,969,441 number) 505958 [2000

to], or the U.S. Pat. No. 6,208,407 number, for example.

In addition, although the focal leveling detection system 14 is arranged at the exposure station, the focal leveling detection system of an exposure station is excluded, and you may make it adjust the physical relationship of the image surface of projection optics PL, and a substrate P front face in the aligner of an above-mentioned twin stage mold, using the interferometer which measures the positional information of the Z direction of the substrate stage PST as indicated by U.S. Pat. No. 6,208,407. Of course, the interferometer and the focal leveling detection system 14 which measure the positional information of the Z direction of the substrate stage PST may be used together.

[0061]

Moreover, in an above-mentioned operation gestalt, although the mask alignment system 19 had detected reference mark MFM of an orientation plate (for example, orientation plate 42) through the liquid 50, the transparence member (cover glass, amendment member) of predetermined thickness may be arranged on reference mark MFM, and you may carry out, without minding a liquid for detection of reference mark MFM by the mask alignment system 19. In this case, since a false immersion condition is formed between projection optics PL and reference mark MFM of a transparence member, ** can also measure correctly the projection positional information of the image of the pattern of Mask M using reference mark MFM without a liquid. Therefore, since not only the alignment mark on Substrate P but detection of reference mark MFM is performed without minding a liquid 50, it is stabilized and the alignment information for carrying out alignment of Mask M and the substrate P can be searched for correctly.

[0062]

Moreover, the mask alignment system 19 is not restricted to a configuration which is indicated by JP,7-176468,A, but, in short, just detects the physical relationship of Mask M (mark of Mask M), and the criteria (MFM) on the substrate stage PST.

[0063]

In addition, after detecting the alignment mark on Substrate P without a liquid, in order to supply a liquid on Substrate P in an above-mentioned operation gestalt, Even if it performs immersion exposure based on the positional information of an alignment mark and the surface information on Substrate P which deformation (telescopic motion) of Substrate P, deformation of the substrate stage PST, etc. occurred with the weight of a liquid, or the temperature of a liquid, and were detected in dry condition The error of a location gap, defocusing, etc. occurs and the pattern image of Mask M may not be projected in the state of a request on Substrate P.

[0064]

In such a case, it is related with the alignment (alignment) of a pattern image and each shot on Substrate P. For example, the amendment information (map information) for amending the alignment gap produced by supplying a liquid on Substrate P using technique which is indicated by JP,2002-353121,A (United States patent official reports 2002/0042664A) is prepared beforehand. To season with the amendment information the positional information of the alignment mark of the substrate P detected in dry condition, and what is necessary is just made to perform location ***** of a pattern image and each shot field on Substrate P. Moreover, test exposure is performed, and the same amendment information is calculated from the amount of location gaps of the pattern of each shot, and it may be made to perform alignment of Substrate P and each shot field using the amendment information.

[0065]

Moreover, what is necessary is to search for beforehand the amendment information for amending the errors (defocusing etc.) produced by having performed test exposure etc. and having supplied the liquid on Substrate P also about focal leveling control, to season with the amendment information the surface information on the substrate P detected in dry condition, and just to adjust the physical relationship of the image surface and the substrate P front face which are formed through a liquid of projection optics PL.

[0066]

As mentioned above, the liquid 50 in this operation gestalt used pure water. Pure water has an advantage without the bad influence to a photoresist, an optical element (lens), etc. on Substrate P while being able to come to hand in large quantities easily by a semi-conductor plant etc. Moreover,

since the content of an impurity is very low, pure water can also expect the operation which washes the front face of Substrate P, and the front face of an optical element established in the apical surface of projection optics PL, while not having a bad influence to an environment.

[0067]

And when the refractive index n of the pure water(water) to the exposure light EL whose wavelength is about 193nm is called about 1.44 to about 1.47 and ArF excimer laser light (wavelength of 193nm) is used as the light source of the exposure light EL, on Substrate P, it is short-wavelength-ized by $1/\text{about } n$, i.e., about 131-134nm, and high resolution is obtained. Furthermore, when what is necessary is just to be able to secure the depth of focus comparable as the case where it is used in air since the depth of focus is expanded [be / it / under / air / comparing] to about about n times, i.e., about 1.44 to 1.47 times, it can make the numerical aperture of projection optics PL increase more, and its resolution improves also at this point.

[0068]

Although the lens 60 is attached at the tip of projection optics PL with the above-mentioned operation gestalt, as an optical element attached at the tip of projection optics PL, you may be the optical plate used for the optical property of projection optics PL, for example, adjustment of aberration (spherical aberration, comatic aberration, etc.). Or you may be the plane-parallel plate which can penetrate the exposure light EL. The optical element in contact with a liquid 50 by considering as a plane-parallel plate cheaper than a lens Even if the matter (for example, silicon system organic substance etc.) to which the permeability of projection optics PL, the illuminance of the exposure light EL on Substrate P, and the homogeneity of illumination distribution are reduced in the time of conveyance of Aligner EX, assembly, and adjustment etc. adheres to the plane-parallel plate There is an advantage that the exchange cost becomes low compared with the case where the optical element in contact with a liquid 50 is used as a lens that what is necessary is just to exchange the plane-parallel plate just before supplying a liquid 50. Namely, although it is necessary to exchange the optical element periodically since the front face of the optical element which originates in adhesion of the impurity in the scattering particle generated from a resist by the exposure of the exposure light EL or a liquid 50 etc., and contacts a liquid 50 becomes dirty By using this optical element as a cheap plane-parallel plate, compared with a lens, the cost of a substitute part can be low, and can shorten time amount which exchange takes, and the rise of a maintenance cost (running cost) and the fall of a throughput can be suppressed.

[0069]

Moreover, when the pressure between the optical elements at the tip of projection optics PL and Substrates P which are produced by the flow of a liquid 50 is large, the optical element may not be made exchangeable, but you may fix strongly so that an optical element may not move with the pressure.

[0070]

In addition, although the liquid 50 of the above-mentioned operation gestalt is water, since this F2 laser beam does not penetrate water when the light source of for example, the exposure light EL which may be liquids other than water is F2 laser, you may be the fault fluorine system oil [for example,] (liquid), polyether, etc. fluoride (PFPE) etc. which can penetrate F2 laser beam as a liquid 50 in this case. Moreover, if it considers as a liquid 50, there is permeability over the exposure light EL, a refractive index is high as much as possible, and it is also possible to use a stable thing (for example, cedar oil) to the photoresist applied to projection optics PL and a substrate P front face.

[0071]

In addition, as a substrate P of each above-mentioned operation gestalt, not only the semi-conductor wafer for semiconductor device manufacture but the glass substrate for display devices, the mask used with the ceramic wafer for the thin film magnetic heads or an aligner or the original edition (synthetic quartz, silicon wafer) of a reticle, etc. is applied.

[0072]

Moreover, in an above-mentioned operation gestalt, although the aligner which fills between projection optics PL and Substrates P with a liquid locally is adopted, this invention is applicable also to the immersion aligner to which the stage holding the substrate for exposure is moved in a cistern, and the immersion aligner which forms the liquid tub of the predetermined depth on a stage,

and holds a substrate in it. The structure of the immersion aligner to which the stage holding the substrate for exposure is moved in a cistern, and exposure actuation are indicated by JP,6-124873,A at the detail, and the liquid tub of the predetermined depth is formed on a stage, and the structure of an immersion aligner and exposure actuation which hold a substrate in it are indicated by JP,10-303114,A (U.S. Pat. No. 5,825,043 number) at the detail.

[0073]

It is applicable also to the projection aligner (stepper) of the step-and-repeat method which one-shot exposure of the pattern of Mask M is carried out [method] in the condition of having stood still Mask M and Substrate P other than the scanning aligner (scanning stepper) of step - which carries out the synchronized drive of Mask M and the substrate P, and carries out scan exposure of the pattern of Mask M as an aligner EX, and - scanning method, and carries out step migration of the substrate P one by one. Moreover, this invention can apply at least two patterns also to the aligner of step - imprinted in piles partially and - SUTITCHI method on Substrate P.

[0074]

As a class of aligner EX, it is not restricted to the aligner for semiconductor device manufacture which exposes a semiconductor device pattern to Substrate P, but can apply to the aligner for manufacturing an aligner, the thin film magnetic head, an image sensor (CCD), a reticle or a mask for the object for liquid crystal display component manufacture, or display manufacture, etc. widely.

[0075]

When using a linear motor for the substrate stage PST and a mask stage MST, whichever of the magnetic levitation mold using the air surfacing mold and the Lorentz force, or the reactance force which air bearing was used may be used. Moreover, the type which moves along with a guide is sufficient as each stages PST and MST, and they may be guide loess types which do not prepare a guide. The example which used the linear motor for the stage is indicated by U.S. Pat. No. 5,623,853 and 5,528,118.

[0076]

The flat-surface motor which the magnet unit which has arranged the magnet to two dimensions, and the armature unit which has arranged the coil to two dimensions are made to counter as a drive of each stages PST and MST, and drives each stages PST and MST according to electromagnetic force may be used. In this case, what is necessary is to connect either of a magnet unit and an armature unit to Stages PST and MST, and just to establish another side of a magnet unit and an armature unit in the migration side side of Stages PST and MST.

[0077]

The reaction force generated by migration of the substrate stage PST may be mechanically missed to the floor (earth) using a frame member so that it may not get across to projection optics PL. The art of this reaction force is indicated by JP,8-166475,A (U.S. Pat. No. 5,528,118) at the detail.

[0078]

The reaction force generated by migration of a mask stage MST may be mechanically missed to the floor (earth) using a frame member so that it may not get across to projection optics PL. The art of this reaction force is indicated by JP,8-330224,A (U.S. Pat. No. 5,874,820) at the detail.

[0079]

as mentioned above, the aligner EX of this application operation gestalt -- this application -- it is manufactured by assembling the various subsystems containing each component mentioned to the claim so that a predetermined mechanical precision, electric precision, and optical precision may be maintained. In order to secure these various precision, before and after this assembly, adjustment for attaining electric precision is performed about the adjustment for attaining mechanical precision about the adjustment for attaining optical precision about various optical system, and various mechanical systems, and various electric systems. Like the assembler from various subsystems to an aligner, the mechanical connections between [various] subsystems, wiring connection of an electrical circuit, piping connection of an atmospheric-pressure circuit, etc. are included. It cannot be overemphasized that it is in the front like the assembler from these various subsystems to an aligner like the assembler of each subsystem each. If it ends like the assembler to the aligner of various subsystems, comprehensive adjustment will be performed and the various precision as the whole aligner will be secured. In addition, as for manufacture of an aligner, it is desirable to carry out in the

clean room where temperature, an air cleanliness class, etc. were managed.

[0080]

As micro devices, such as a semiconductor device, are shown in drawing 7 With the aligner EX of step 201 which performs the function and engine-performance design of a micro device, step 202 which manufactures the mask (reticle) based on this design step, step 203 which manufactures the substrate which is the base material of a device, and the operation gestalt mentioned above It is manufactured through the exposure processing step 204 which exposes the pattern of a mask to a substrate, the device assembly step (a dicing process, a bonding process, and a package process are included) 205, and inspection step 206 grade.

[Brief Description of the Drawings]

[0081]

[Drawing 1] It is the outline block diagram showing 1 operation gestalt of the aligner of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing physical relationship with the point of projection optics, a liquid feeder, and a liquid recovery system.

[Drawing 3] It is drawing showing the example of arrangement of a supply nozzle and a recovery nozzle.

[Drawing 4] It is the top view of the substrate stage holding a substrate.

[Drawing 5] It is the outline block diagram showing other operation gestalten of the aligner of this invention.

[Drawing 6] It is the outline block diagram showing other operation gestalten of the aligner of this invention.

[Drawing 7] It is the flow chart Fig. showing an example of the production process of a semiconductor device.

[Drawing 8] It is the flow chart which shows the procedure which exposes the pattern of a mask to a substrate using an aligner.

[Description of Notations]

[0082]

1 -- A liquid feeder, 2 -- Liquid recovery system,

14 -- Focal leveling detection system (field detection system),

18 -- Substrate alignment system (the 1st alignment system),

19 -- Mask alignment system (the 2nd alignment system),

42 [-- An aligner, P / -- Substrate,] -- A criteria member, 50 -- A liquid, CONT -- A control unit, EX

PL -- Projection optics, PST -- Substrate stage (the 1st substrate stage),

PST1 -- The 1st substrate stage, PST2 -- The 2nd substrate stage

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[0081]

[Drawing 1] It is the outline block diagram showing 1 operation gestalt of the aligner of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing physical relationship with the point of projection optics, a liquid feeder, and a liquid recovery system.

[Drawing 3] It is drawing showing the example of arrangement of a supply nozzle and a recovery nozzle.

[Drawing 4] It is the top view of the substrate stage holding a substrate.

[Drawing 5] It is the outline block diagram showing other operation gestalten of the aligner of this invention.

[Drawing 6] It is the outline block diagram showing other operation gestalten of the aligner of this invention.

[Drawing 7] It is the flow chart Fig. showing an example of the production process of a semiconductor device.

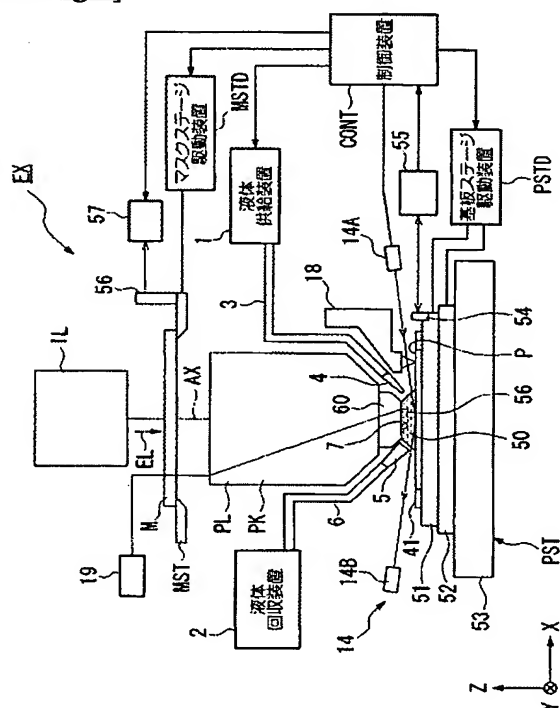
[Drawing 8] It is the flow chart which shows the procedure which exposes the pattern of a mask to a substrate using an aligner.

[Translation done.]

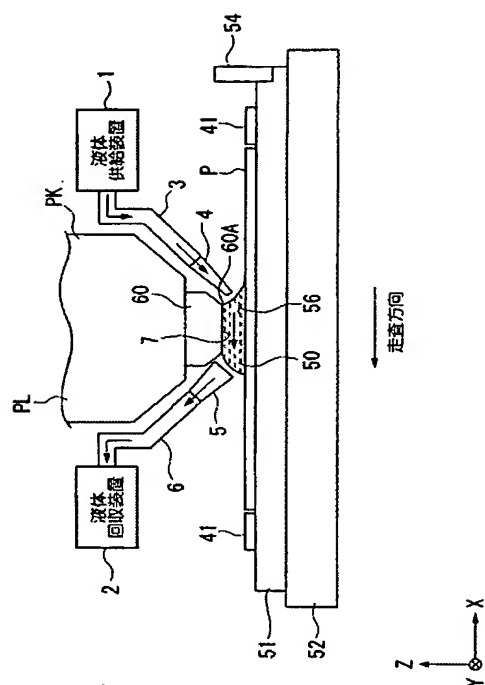
JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

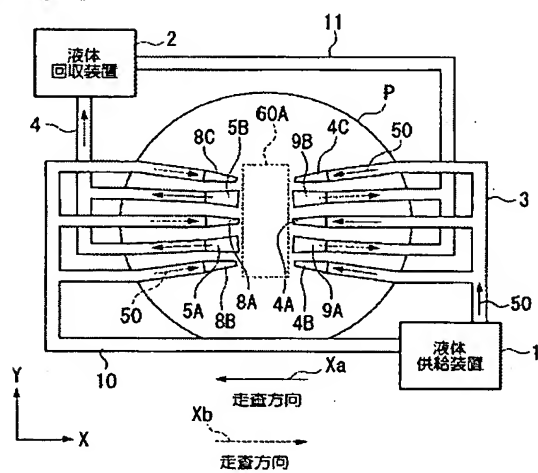
[Drawing 1]



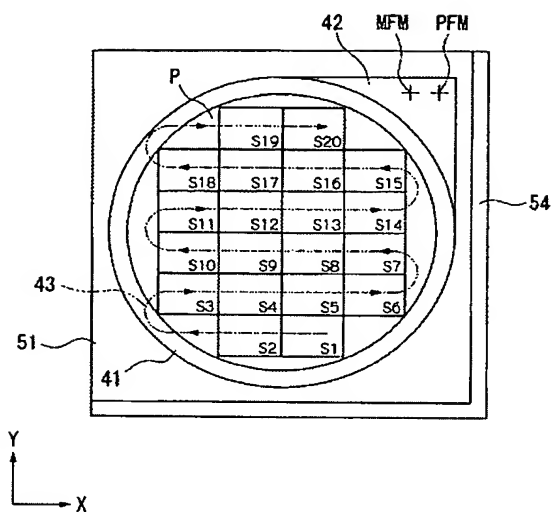
[Drawing 2]



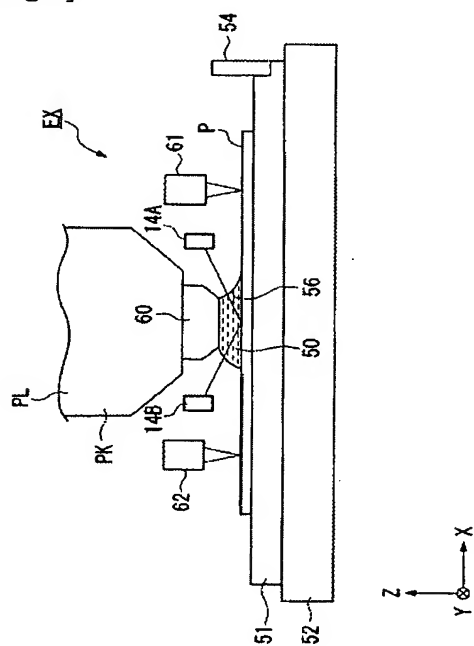
[Drawing 3]



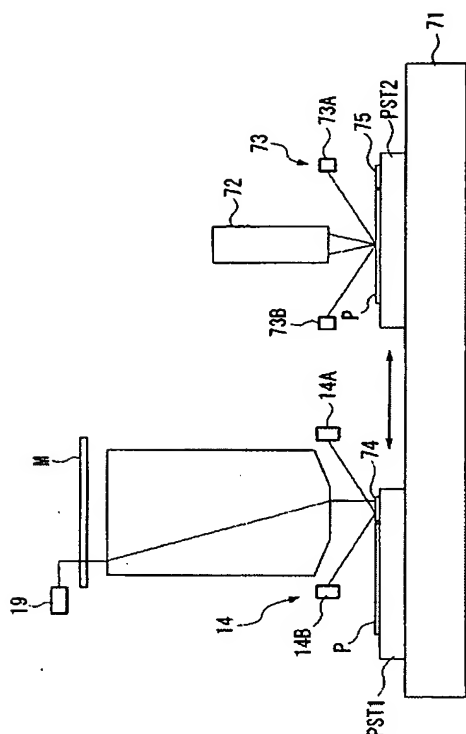
[Drawing 4]



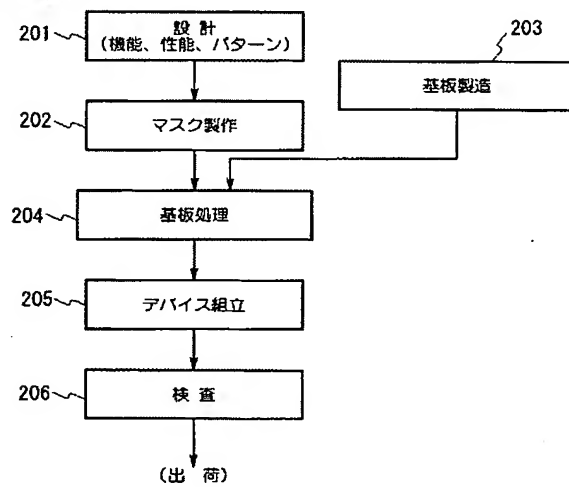
[Drawing 5]



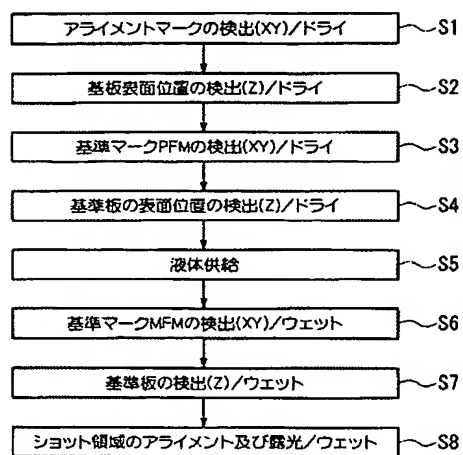
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-207710

(P2004-207710A)

(43) 公開日 平成16年7月22日(2004.7.22)

| | | |
|----------------------------|---------------|-------------|
| (51) Int. Cl. ⁷ | F 1 | テーマコード (参考) |
| H 0 1 L 21/027 | H 0 1 L 21/30 | 5 1 5 D |
| G 0 3 F 7/20 | G 0 3 F 7/20 | 5 2 1 |
| | H 0 1 L 21/30 | 5 2 6 |

審査請求 未請求 請求項の数 32 O L (全 22 頁)

| | | | |
|--------------|------------------------------|----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2003-412583 (P2003-412583) | (71) 出願人 | 000004112 |
| (22) 出願日 | 平成15年12月10日 (2003.12.10) | | 株式会社ニコン |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2002-357962 (P2002-357962) | | 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 |
| (32) 優先日 | 平成14年12月10日 (2002.12.10) | (74) 代理人 | 100064908 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国 (JP) | | 弁理士 志賀 正武 |
| | | (74) 代理人 | 100108578 |
| | | | 弁理士 高橋 昭男 |
| | | (74) 代理人 | 100101465 |
| | | | 弁理士 青山 正和 |
| | | (74) 代理人 | 100107836 |
| | | | 弁理士 西 和哉 |
| | | (72) 発明者 | 根井 正洋 |
| | | | 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株 |
| | | | 式会社ニコン内 |

最終頁に続く

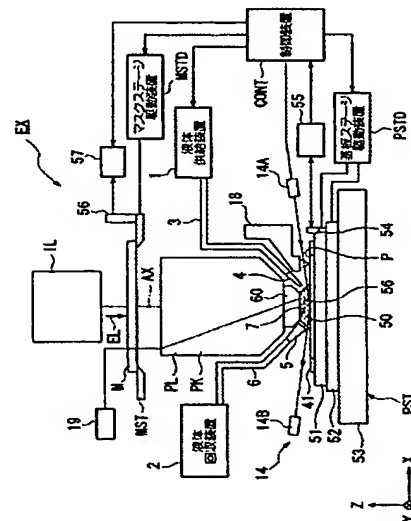
(54) 【発明の名称】 露光装置及び露光方法、デバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 投影光学系と基板との間に液体を満たした状態で露光処理を行う際、良好なパターン転写精度で基板を露光できる液浸露光装置を提供する。

【解決手段】 露光装置EXは、投影光学系PLと基板Pとの間を液体50で満たし、投影光学系PLにより液体50を介して基板P上にパターンの像を投影することによって基板Pを露光する。基板Pを保持する基板ステージPSTと、投影光学系PLの像面側に液体50を供給する液体供給装置1と、基板P表面の面情報を液体50を介さずに検出するフォーカス・レベリング検出系14とを備えている。露光装置EXは、フォーカス・レベリング検出系14で検出された面情報に基づいて基板P表面と投影光学系PL及び液体50を介して形成される像面との位置関係を調整しつつ基板Pの液浸露光を行う。良好なパターン転写精度で液浸露光ができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パターンの像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する露光装置であって、
パターンの像を基板に投影する投影光学系と、
前記基板を保持する第 1 基板ステージと、
前記投影光学系の像面側に前記液体を供給する液体供給装置と、
前記基板表面の面情報を、液体を介さずに検出する面検出系とを備え、
前記検出された面情報に基づいて、前記基板表面と前記投影光学系により前記液体を介して形成される像面との位置関係を調整しつつ前記基板の液浸露光を行う露光装置。

【請求項 2】

前記面検出系の基準面を有し且つ前記第 1 基板ステージに設けられた基準部材を備え、
前記基準面を使って、前記液体を介さずに検出された前記基板表面の面情報と、前記投影光学系により前記液体を介して形成される像面との関係が決定される請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】

前記面検出系は、前記面情報として前記基板表面と前記基準面との関係を検出する請求項 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】

前記投影光学系と前記基準面との間に液体が供給された状態で、前記投影光学系により前記液体を介して形成される像面と前記基準面との関係を検出し、前記像面と前記基準面との関係に基づいて、前記基板表面と前記像面との関係が決定される請求項 3 に記載の露光装置。

【請求項 5】

前記投影光学系と前記基準面との間に液体が供給された状態で検出される前記像面と前記基準面との関係は、前記面検出系とは異なる別の面検出系を用いて決定される請求項 4 に記載の露光装置。

【請求項 6】

前記液体供給装置は、前記面検出系による前記基板表面の面情報の検出後、前記投影光学系と前記基準面とが対向している状態で前記液体の供給を開始する請求項 2 ～ 5 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 7】

前記面検出系により液体を介さずに行われる前記基板表面の面情報の検出は、前記投影光学系の像面側に液体を保持した状態で実行される請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 8】

前記第 1 基板ステージとは異なる第 2 基板ステージを備え、前記面検出系による前記第 1 基板ステージに保持された基板表面の面情報の検出中に、前記第 2 基板ステージに保持された基板と前記投影光学系との間に液体が供給された状態で、前記第 2 基板ステージに保持された基板を液浸露光する請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 9】

前記第 1 基板ステージに保持された基板上のアライメントマークを、液体を介さずに検出する第 1 アライメント系を備え、前記第 1 アライメント系の検出結果に基づいて、前記基板と前記パターンとのアライメントを行いつつ、前記基板の液浸露光を行う請求項 8 に記載の露光装置。

【請求項 10】

さらに、前記露光装置の動作を制御する制御装置を備え、該制御装置が、前記検出された面情報に基づいて、前記基板表面と前記投影光学系及び前記液体を介して形成される像面との位置関係を調整する請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 11】

前記基板上のアライメントマークを、液体を介さずに検出するアライメント系を備え、

10

20

30

40

50

前記アライメント系の検出結果に基づいて、前記基板と前記パターンとのアライメントを行いつつ前記基板の液浸露光を行う請求項 1 ～ 7 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 1 2】

前記基準部材の表面は、前記第 1 基板ステージに保持される基板の表面とほぼ面一であって、

前記第 1 基板ステージは、前記投影光学系の像面側に液体を局所的に保持したまま、前記投影光学系と前記基準部材とが対向している状態から、前記投影光学系と前記基板とが対向する状態へ移動可能である請求項 2 ～ 1 1 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 1 3】

前記液体は、前記投影光学系の像面側に局所的に保持され、

10

前記第 1 基板ステージは、前記第 1 基板ステージに保持される基板の周囲に、その基板表面とほぼ面一の平坦部を有する請求項 1 ～ 1 2 記載の露光装置。

【請求項 1 4】

液体を介して基板上の複数のショット領域にパターンの像を順次露光することによって前記基板上の複数のショット領域を露光する露光装置であって、

パターンの像を基板に投影する投影光学系と、

前記基板を保持する第 1 基板ステージと、

前記投影光学系の像面側に前記液体を供給する液体供給装置と、

前記基板上のアライメントマークを、液体を介さずに検出する第 1 アライメント系とを備え、

20

前記第 1 アライメント系の検出結果に基づいて、前記基板と前記パターンとのアライメントを行いつつ前記基板の液浸露光を行う露光装置。

【請求項 1 5】

前記第 1 基板ステージに設けられ、基準マークが形成された基準部材を備え、前記基準マークを使って、前記第 1 アライメント系の検出結果と、前記投影光学系により前記液体を介して形成される前記パターンの像の投影位置との関係が決定されることを特徴とする請求項 1 4 に記載の露光装置。

【請求項 1 6】

前記第 1 アライメント系は、前記アライメントマークを検出することによって、前記基準マークと前記基板上の各ショット領域との位置関係を決定する請求項 1 5 に記載の露光装置。

30

【請求項 1 7】

前記投影光学系を介して前記基準マークを検出する第 2 アライメント系を備え、前記第 2 アライメント系の検出結果に基づいて、前記基板上の各ショット領域と前記投影光学系により前記液体を介して形成される前記パターンの像の投影位置との関係が決定される請求項 1 6 に記載の露光装置。

【請求項 1 8】

前記第 2 アライメント系は、前記投影光学系と前記基準部材との間に液体が供給された状態で、前記基準マークの検出を行う請求項 1 7 に記載の露光装置。

【請求項 1 9】

40

前記投影光学系を介して前記基準マークと前記パターンとの位置関係を検出する第 2 アライメント系を備え、前記第 2 アライメント系の検出結果に基づいて、前記基板上の各ショット領域と前記投影光学系により前記液体を介して形成される前記パターンの像の投影位置との関係が決定される請求項 1 5 に記載の露光装置。

【請求項 2 0】

前記パターンはマスクに形成され、前記第 2 アライメント系は、前記投影光学系と前記基準部材との間に液体が供給された状態で、前記基準マークと前記マスクのマークとの位置関係の検出を行う請求項 1 9 に記載の露光装置。

【請求項 2 1】

前記第 2 アライメント系は、前記投影光学系と前記基準部材との間に配置された透明部

50

材、及び前記投影光学系を介して、前記基準マークの検出を行う請求項 17 に記載の露光装置。

【請求項 22】

前記液体供給装置は、前記第 1 アライメント系による前記基板上のアライメントマークの検出後、前記投影光学系と前記基準部材とが対向している状態で、前記液体の供給を開始する請求項 14 に記載の露光装置。

【請求項 23】

前記基準部材の表面は、前記第 1 基板ステージに保持される基板の表面とほぼ面一であって、

前記第 1 基板ステージは、前記投影光学系の像面側に液体を保持したまま、前記投影光学系と前記基準部材とが対向している状態から、前記投影光学系と前記基板とが対向している状態へ移動可能である請求項 15 ～ 22 のいずれか一項記載の露光装置。 10

【請求項 24】

前記液体は、前記投影光学系の像面側に局所的に保持され、

前記第 1 基板ステージは、前記第 1 基板ステージに保持される基板の周囲に、その基板表面とほぼ面一の平坦部を有する請求項 14 ～ 23 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 25】

前記第 1 基板ステージとは異なる第 2 基板ステージを備え、前記第 1 アライメント系による前記第 1 基板ステージに保持された基板上のアライメントマークの検出中に、前記第 2 基板ステージに保持された基板と前記投影光学系との間に液体が供給された状態で、前記第 2 基板ステージに保持された基板を液浸露光する請求項 14 ～ 24 のいずれか一項に記載の露光装置。 20

【請求項 26】

さらに、前記露光装置の動作を制御する制御装置を備え、該制御装置は、基板上に液体が供給されていない状態での前記第 1 アライメント系の検出結果に基づいて、基板上に液体が供給されている状態での前記基板と前記パターンとのアライメントを行うように基板ステージを制御する請求項 14 ～ 25 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 27】

請求項 1 ～ 26 のいずれか一項に記載の露光装置を用いるデバイス製造方法。

【請求項 28】

パターンの像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する液浸露光方法であって、前記基板上に供給される液体を介さない計測により基板表面の面情報を求めるステップと、 30

前記基板上に液体を供給するステップと、

前記求められた面情報に基づいて、前記基板表面と前記液体を介して形成される像面との位置関係を調整しつつ前記基板の液浸露光を行うステップとを含む液浸露光方法。

【請求項 29】

基板上に供給される液体を介さない計測により基板表面の面情報を求めるステップにおいて、基板上に液体を供給して液体を介して形成されたパターンの像面と基板表面の面情報との関係を求めることを含む請求項 28 に記載の液浸露光方法。 40

【請求項 30】

前記基板表面の面位置を求めるステップと液浸露光のステップが別のステーションで実施される請求項 28 の露光方法。

【請求項 31】

パターンの像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する液浸露光方法であって、基板上に液体が供給されていないときに前記基板上のアライメントマークを検出するステップと、

前記基板上に液体を供給するステップと、

前記アライメントマークの検出結果に基づいて、液体が供給された前記基板と前記パターンとのアライメントを行いつつ前記基板の液浸露光のステップとを含む液浸露光方法。 50

【請求項 3 2】

前記アライメントマークを検出するステップと液浸露光を行うステップが異なるステーションで実施される請求項 3 1 の露光方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、投影光学系と基板との間の少なくとも一部を液体で満たした状態で投影光学系によって投影したパターンの像で露光する液浸露光装置及び液浸露光方法、並びにこの露光装置を用いるデバイス製造方法に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

半導体デバイスや液晶表示デバイスは、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短くなるほど、また投影光学系の開口数が高いほど高くなる。そのため、露光装置で使用する露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長は、KrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度(DOF)も重要となる。解像度R、及び焦点深度δはそれぞれ以下の式で表される。

20

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots (2)$$

ここで、λは露光波長、NAは投影光学系の開口数、 k_1 、 k_2 はプロセス係数である。(1)式、(2)式より、解像度Rを高めるために、露光波長λを短くして、開口数NAを大きくすると、焦点深度δが狭くなることが分かる。

【0003】

焦点深度δが狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のフォーカスマージンが不足する恐れがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば国際公開第99/49504号公報に開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たし、液体中での露光光の波長が、空気中の $1/n$ (nは液体の屈折率で通常1.2～1.6程度)になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約n倍に拡大するというものである。

30

【特許文献1】国際公開第99/49504号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

上述した露光装置においては、基板の露光中に基板表面に検出光を投射し、その反射光を受光することによって基板表面位置を検出し、この検出結果に基づいて、投影光学系を介して形成されるパターン像面と基板表面との位置関係を適切に調整する。しかしながら、液浸法に基づく液浸露光装置においては、投影光学系と基板との間に液体が存在し、その液体の温度変化などの影響を受けて、基板表面の面位置が正確に検出できず、パターン像面と基板表面との位置関係の調整が適切に行われな可能性がある。同様に、基板上のアライメントマークの検出を液体を介して行くと、液体の温度変化などの影響を受けて、基板のマークの検出が正確に行えず、マスクと基板との位置合わせが正確に行われな可能性がある。

【0005】

50

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、投影光学系と基板との間に液体を満たした状態で露光処理を行う際、良好なパターン転写精度で基板を露光できる液浸露光装置及び液浸露光方法を提供することを目的とする。また、基板表面とパターン像面との位置関係を最適な状態に調整できる液浸露光装置及び液浸露光方法を提供することを目的とする。更に、基板の位置合わせ（アライメント）を正確に行うことができる液浸露光装置及び液浸露光方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記の課題を解決するため、本発明は実施の形態に示す図 1 ～図 8 に対応付けした以下の構成を採用している。但し、各要素に付した括弧付き符号はその要素の例示に過ぎず、各要素を限定する意図は無い。 10

【 0 0 0 7 】

本発明の第 1 の態様に従えば、パターンの像を液体（50）を介して基板（P）上に転写して基板を露光する露光装置であって、パターンの像を基板に投影する投影光学系（PL）と、基板（P）を保持する第 1 基板ステージ（PST）と、投影光学系（PL）の像面側に液体（50）を供給する液体供給装置（1）と、基板（P）表面の面情報を、液体（50）を介さずに検出する面検出系（14）とを備え、検出された面情報に基づいて、基板（P）表面と投影光学系（PL）により液体（50）を介して形成される像面との位置関係を調整しつつ基板（P）の液浸露光を行う露光装置（EX）が提供される。

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、液浸露光用の液体を介さずに基板表面の面情報の検出を行った後、これらの情報に基づいて液浸露光を行うので、液体の温度変化等の影響を受けずに、基板表面と液体を介して形成される像面との位置関係の調整や、基板上の各ショット領域とパターン像の投影位置との位置合わせを正確に行うことができる。また、アライメント系を液浸対応に構成する必要がなく、従来の検出系をそのまま利用できる。 20

【 0 0 0 9 】

本発明の第 2 の態様に従えば、液体（50）を介して基板（P）上の複数のショット領域（S1～S20）にパターンの像を順次露光することによって前記基板上の複数のショット領域を露光する露光装置であって、パターンの像を基板に投影する投影光学系（PL）と、基板（P）を保持する第 1 基板ステージ（PST）と、投影光学系（PL）の像面側に液体（50）を供給する液体供給装置（1）と、基板（P）上のアライメントマークを、液体（50）を介さずに検出する第 1 アライメント系（18）とを備え、第 1 アライメント系（18）の検出結果に基づいて、基板（P）とパターンとのアライメントを行いつつ基板（P）の液浸露光を行う露光装置（EX）が提供される。 30

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、液浸露光用の液体を介さずに基板上のアライメントマークの検出を行った後、これらの情報に基づいて液浸露光を行うので、第 1 の態様の露光装置と同様に、液体の温度変化等の影響を受けずに、基板表面と液体を介して形成される像面との位置関係の調整や、基板上の各ショット領域とパターン像の投影位置との位置合わせを正確に行うことができる。また、アライメント系を液浸対応に構成する必要がなく、従来の検出系をそのまま利用できる。 40

【 0 0 1 1 】

本発明では、上記態様の露光装置を用いることを特徴とするデバイス製造方法が提供される。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 3 の態様に従えば、パターンの像を液体（50）を介して基板（P）上に転写して基板を露光する液浸露光方法であって、前記基板（P）上に供給される液体を介さない計測により基板表面の面情報を求めるステップ（S2、S4）と、前記基板上に液体を供給するステップ（S5）と、前記求められた面情報に基づいて、前記基板表面と前記液体を介して形成される像面との位置関係を調整しつつ前記基板の液浸露光を行うステッ 50

ブ(S8)を含む液浸露光方法が提供される。この方法によれば、基板表面の面情報は、液体を介さない計測により求められるので、液体の温度などの物理的変化に影響されることなく、正確に且つ容易に基板の位置決めを実行することができる。

【0013】

本発明の第4の態様に従えば、パターンの像を液体(50)を介して基板上に転写して基板(P)を露光する液浸露光方法であって、基板上に液体が供給されていないときに前記基板上のアライメントマークを検出するステップ(S1)と、前記基板上に液体を供給するステップ(S5)と、前記アライメントマークの検出結果に基づいて、液体が供給された前記基板と前記パターンとのアライメントを行いつつ前記基板の液浸露光のステップ(S8)とを含む液浸露光方法が提供される。この方法によれば、基板のショット領域のアライメントを液体を介さない状態(ドライコンディション)で行うので、液浸露光に用いる液体の温度などの物理的変化に影響されることなく、正確に且つ容易に基板のショット領域の位置決めを実行することができる。一方で、露光動作は液体が供給された状態(ウェットコンディション)で行われるために焦点深度の広い露光が可能となる。また、アライメント系は従来の装置を用いることができるので、液浸露光に伴う装置コストの増加を抑制することができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明の液浸露光装置及び液浸露光方法は、液浸露光用の液体を介さずに基板表面の面情報の検出や基板上のアライメントマークの検出を行った後、それらの情報に基づいて液浸露光を行うので、基板表面と液体を介して形成される像面との位置関係の調整や、基板上の各ショット領域とパターン像の投影位置との位置合わせを正確に行うことができる。したがって、精度良い露光処理を行うことができ、所望の性能を発揮するデバイスを製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の露光装置及びデバイス製造方法について図面を参照しながら説明する。図1は本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【0016】

図1において、露光装置EXは、マスクMを支持するマスクステージMSTと、基板Pを支持する基板ステージPSTと、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターンの像を基板ステージPSTに支持されている基板Pに投影露光する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を統括制御する制御装置CONTとを備えている。

【0017】

ここで、本実施形態では、露光装置EXとしてマスクMと基板Pとを走査方向における互いに異なる向き(逆方向)に同期移動しつつマスクMに形成されたパターンを基板Pに露光する走査型露光装置(所謂スキャニングステッパ)を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向、Z軸方向に垂直な平面内でマスクMと基板Pとの同期移動方向(走査方向)をX軸方向、Z軸方向及びY軸方向に垂直な方向(非走査方向)をY軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわり方向をそれぞれ、 θX 、 θY 、及び θZ 方向とする。なお、ここでいう「基板」は半導体ウエハ上にレジストを塗布したものを含み、「マスク」は基板上に縮小投影されるデバイスパターンを形成されたレチクルを含む。

【0018】

照明光学系ILは、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明するものであり、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオブティカルインテグレータ、オブティカルインテグレータからの露光光ELを集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光ELによるマスクM上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスクM上の所定の照明領域は照明光学系ILに

より均一な照度分布の露光光 E_L で照明される。照明光学系 I_L から射出される露光光 E_L としては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線 (g 線、 h 線、 i 線) 及び KrF エキシマレーザ光 (波長 248 nm) 等の遠紫外光 (DUV 光) や、 ArF エキシマレーザ光 (波長 193 nm) 及び F_2 レーザ光 (波長 157 nm) 等の真空紫外光 (VUV 光) などが用いられる。本実施形態では、 ArF エキシマレーザ光を用いる。

【 0 0 1 9 】

マスクステージ MST は、マスク M を支持するものであって、投影光学系 PL の光軸 AX に垂直な平面内、すなわち XY 平面内で 2 次元移動可能及び θ Z 方向に微小回転可能である。マスクステージ MST はリニアモータ等のマスクステージ駆動装置 $MSTD$ により駆動される。マスクステージ駆動装置 $MSTD$ は制御装置 $CONT$ により制御される。マスクステージ MST 上には移動鏡 56 が設けられている。また、移動鏡 56 に対向する位置にはレーザ干渉計 57 が設けられている。マスクステージ MST 上のマスク M の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 57 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置 $CONT$ に出力される。制御装置 $CONT$ はレーザ干渉計 57 の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置 $MSTD$ を駆動することでマスクステージ MST に支持されているマスク M の位置決めを行う。

【 0 0 2 0 】

投影光学系 PL は、マスク M のパターンを所定の投影倍率 β で基板 P に投影露光するものであって、複数の光学素子 (レンズ) で構成されており、これら光学素子は金属部材としての鏡筒 PK で支持されている。本実施形態において、投影光学系 PL は、投影倍率 β が例えば $1/4$ あるいは $1/5$ の縮小系である。なお、投影光学系 PL は等倍系及び拡大系のいずれでもよい。また、本実施形態の投影光学系 PL の先端側 (基板 P 側) には、光学素子 (レンズ) 60 が鏡筒 PK より露出している。この光学素子 60 は鏡筒 PK に対して着脱 (交換) 可能に設けられている。

【 0 0 2 1 】

基板ステージ (第 1 基板ステージ) PST は、基板 P を支持するものであって、基板 P を基板ホルダを介して保持する Z ステージ 51 と、 Z ステージ 51 を支持する XY ステージ 52 と、 XY ステージ 52 を支持するベース 53 とを備えている。基板ステージ PST はリニアモータ等の基板ステージ駆動装置 $PSTD$ により駆動される。基板ステージ駆動装置 $PSTD$ は制御装置 $CONT$ により制御される。

【 0 0 2 2 】

基板 P の表面の面情報 (Z 軸方向における位置情報及び傾斜情報) は、面検出系であるフォーカス・レベリング検出系 14 により検出される。フォーカス・レベリング検出系 14 は検出光を基板 P 表面に投射する投射系 $14A$ とその基板 P からの反射光を受光する受光系 $14B$ とを備えている。フォーカス・レベリング検出系 14 の検出結果は制御装置 $CONT$ に出力される。制御装置 $CONT$ は、フォーカス・レベリング検出系 14 の検出結果に基づいて Z ステージ 51 を駆動し、 Z ステージ 51 に保持されている基板 P の Z 軸方向における位置 (フォーカス位置) 及び傾斜角を調整することにより、基板 P の表面をオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系 PL の像面に対して最適な状態に合わせ込む。なお、 Z ステージと XY ステージとを一体的に形成してもよい。

【 0 0 2 3 】

基板ステージ PST (Z ステージ 51) 上には、基板ステージ PST とともに投影光学系 PL に対して移動する移動鏡 54 が設けられている。また、移動鏡 54 に対向する位置にはレーザ干渉計 55 が設けられている。基板ステージ PST 上の基板 P の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 55 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置 $CONT$ に出力される。制御装置 $CONT$ はレーザ干渉計 55 の計測結果に基づいて基板ステージ駆動装置 $PSTD$ を介して XY ステージ 52 を駆動することで基板 P の XY 方向における位置 (投影光学系 PL の像面と実質的に平行な方向の位置) を調整し、基板ステージ PST に支持されている基板 P の位置決めを行う。

【 0 0 2 4 】

投影光学系 P L の先端近傍には、基板 P 上のアライメントマークあるいは Z ステージ 5 1 上に設けられた基準マーク（後述）を検出する基板アライメント系（第 1 アライメント系）18 が配置されている。また、マスクステージ M S T の近傍には、マスク M と投影光学系 P L とを介して Z ステージ 5 1 上の基準マークを検出するマスクアライメント系（第 2 アライメント系）19 が設けられている。

【0025】

なお、オートフォーカス・レベリング検出系 14 の構成としては、例えば特開平 8 - 3 7 1 4 9 号公報（米国特許 6, 1 9 5, 1 5 4）に開示されている。また、基板アライメント系 18 の構成としては、特開平 4 - 6 5 6 0 3 号公報（米国特許 5, 4 9 3, 4 0 3）に開示されている。さらに、マスクアライメント系 19 の構成としては、特開平 7 - 1 7 6 4 6 8 号公報（米国特許 5, 6 4 6, 4 1 3）に開示されている。

【0026】

本実施形態では、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに、焦点深度を実質的に広くするために、液浸法を適用する。そのため、少なくともマスク M のパターンの像を基板 P 上に転写している間は、基板 P の表面と投影光学系 P L の基板 P 側の光学素子（レンズ）60 の先端面（下面）7 との間に所定の液体 50 が満たされる。上述したように、投影光学系 P L の先端側にはレンズ 60 が露出しており、液体 50 はレンズ 60 のみに接触するように供給される。これにより、金属からなる鏡筒 P K の腐蝕等が防止されている。本実施形態において、液体 50 には純水が用いられる。純水は、A r F エキシマレーザ光のみならず、露光光 E L を例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g 線、h 線、i 線）及び K r F エキシマレーザ光（波長 2 4 8 n m）等の遠紫外光（D U V 光）とした場合であっても、これらの露光光 E L を透過可能である。

【0027】

露光装置 E X は、投影光学系 P L の先端面（レンズ 60 の先端面）7 と基板 P との間の空間 56、すなわち投影光学系 P L の像面側に所定の液体 50 を供給する液体供給装置 1 と、空間 56 の液体 50 を回収する液体回収装置 2 とを備えている。液体供給装置 1 は、投影光学系 P L と基板 P との間の少なくとも一部を液体 50 で満たすためのものであって、液体 50 を収容するタンク、加圧ポンプなどを備えている。液体供給装置 1 には供給管 3 の一端部が接続され、供給管 3 の他端部には供給ノズル 4 が接続されている。液体供給装置 1 は供給管 3 及び供給ノズル 4 を介して空間 56 に液体 50 を供給する。

【0028】

液体回収装置 2 は、吸引ポンプ、回収した液体 50 を収容するタンクなどを備えている。液体回収装置 2 には回収管 6 の一端部が接続され、回収管 6 の他端部には回収ノズル 5 が接続されている。液体回収装置 2 は回収ノズル 5 及び回収管 6 を介して空間 56 の液体 50 を回収する。空間 56 に液体 50 を満たす際、制御装置 C O N T は液体供給装置 1 を駆動し、供給管 3 及び供給ノズル 4 を介して空間 56 に対して単位時間当たり所定量の液体 50 を供給するとともに、液体回収装置 2 を駆動し、回収ノズル 5 及び回収管 6 を介して単位時間当たり所定量の液体 50 を空間 56 より回収する。これにより、投影光学系 P L の先端面 7 と基板 P との間の空間 56 に液体 50 が保持される。液体 50 の温度は、例えば露光装置 E X が収容されるチャンバ内の温度と同程度に設定される。

【0029】

図 2 は、露光装置 E X の投影光学系 P L の下部、液体供給装置 1、及び液体回収装置 2 などを示す図 1 の部分拡大図である。図 2 において、投影光学系 P L の最下端のレンズ 60 は、先端部 60 A が走査方向に必要な部分だけを残して Y 軸方向（非走査方向）に細長い矩形状に形成されている。走査露光時には、先端部 60 A の直下の矩形の投影領域にマスク M の一部のパターン像が投影され、投影光学系 P L に対して、マスク M が - X 方向（又は + X 方向）に速度 V で移動するのに同期して、X Y ステージ 5 2 を介して基板 P が + X 方向（又は - X 方向）に速度 $\beta \cdot V$ （ β は投影倍率）で移動する。そして、1 つのショット領域への露光終了後に、基板 P のステップングによって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で各ショット領域に対する露光処

理が順次行われる。本実施形態では、基板 P の移動方向に沿って液体 50 を流すように設定されている。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、投影光学系 P L のレンズ 60 の先端部 60 A と、液体 50 を X 軸方向に供給する供給ノズル 4 (4 A ~ 4 C) と、液体 50 を回収する回収ノズル 5 (5 A、5 B) との位置関係を示す図である。図 3 において、レンズ 60 の先端部 60 A の形状は Y 軸方向に細長い矩形状となっており、投影光学系 P L のレンズ 60 の先端部 60 A を X 軸方向に挟むように、+ X 方向側に 3 つの供給ノズル 4 A ~ 4 C が配置され、- X 方向側に 2 つの回収ノズル 5 A、5 B が配置されている。そして、供給ノズル 4 A ~ 4 C は供給管 3 を介して液体供給装置 1 に接続され、回収ノズル 5 A、5 B は回収管 4 を介して液体回収装置 2 10 に接続されている。また、供給ノズル 4 A ~ 4 C と回収ノズル 5 A、5 B とを先端部 60 A の中心に対して略 180° 回転した位置に、供給ノズル 8 A ~ 8 C と、回収ノズル 9 A、9 B とが配置されている。供給ノズル 4 A ~ 4 C と回収ノズル 9 A、9 B とは Y 軸方向に交互に配列され、供給ノズル 8 A ~ 8 C と回収ノズル 5 A、5 B とは Y 軸方向に交互に配列され、供給ノズル 8 A ~ 8 C は供給管 10 を介して液体供給装置 1 に接続され、回収ノズル 9 A、9 B は回収管 11 を介して液体回収装置 2 に接続されている。

【 0 0 3 1 】

そして、矢印 X a で示す走査方向 (- X 方向) に基板 P を移動させて走査露光を行う場合には、供給管 3、供給ノズル 4 A ~ 4 C、回収管 4、及び回収ノズル 5 A、5 B を用いて、液体供給装置 1 及び液体回収装置 2 により液体 50 の供給及び回収が行われる。すな 20 わち、基板 P が - X 方向に移動する際には、供給管 3 及び供給ノズル 4 (4 A ~ 4 C) を介して液体供給装置 1 から液体 50 が投影光学系 P L と基板 P との間に供給されるとともに、回収ノズル 5 (5 A、5 B)、及び回収管 6 を介して液体 50 が液体回収装置 2 に回収され、レンズ 60 と基板 P との間を満たすように - X 方向に液体 50 が流れる。一方、矢印 X b で示す走査方向 (+ X 方向) に基板 P を移動させて走査露光を行う場合には、供給管 10、供給ノズル 8 A ~ 8 C、回収管 11、及び回収ノズル 9 A、9 B を用いて、液体供給装置 1 及び液体回収装置 2 により液体 50 の供給及び回収が行われる。すなわち、基板 P が + X 方向に移動する際には、供給管 10 及び供給ノズル 8 (8 A ~ 8 C) を介して液体供給装置 1 から液体 50 が投影光学系 P L と基板 P との間に供給されるとともに、回収ノズル 9 (9 A、9 B)、及び回収管 11 を介して液体 50 が液体回収装置 2 に回収 30 され、レンズ 60 と基板 P との間を満たすように + X 方向に液体 50 が流れる。このように、制御装置 C O N T は、液体供給装置 1 及び液体回収装置 2 を用いて、基板 P の移動方向に沿って基板 P の移動方向と同一方向へ液体 50 を流す。この場合、例えば液体供給装置 1 から供給ノズル 4 を介して供給される液体 50 は基板 P の - X 方向への移動に伴って空間 56 に引き込まれるようにして流れるので、液体供給装置 1 の供給エネルギーが小さくても液体 50 を空間 56 に容易に供給できる。そして、走査方向に応じて液体 50 を流す方向を切り替えることにより、+ X 方向、又は - X 方向のどちらの方向に基板 P を走査する場合にも、レンズ 60 の先端面 7 と基板 P との間を液体 50 で満たすことができ、高い解像度及び広い焦点深度を得ることができる。

【 0 0 3 2 】

なお、上述したノズルの形状は特に限定されるものでなく、例えば先端部 60 A の長辺について 2 対のノズルで液体 50 の供給又は回収を行うようにしてもよい。なお、この場合には、+ X 方向、又は - X 方向のどちらの方向からも液体 50 の供給及び回収を行うことができるようにするため、供給ノズルと回収ノズルと上下に並べて配置してもよい。また、不図示ではあるが、液体 50 の供給及び回収を行うノズルは、投影光学系 P L のレンズ 60 の周りに所定間隔で設けられており、基板 P が走査方向 (+ X 方向、- X 方向) 以外の方向に移動する場合にも、基板 P の移動方向と平行に、基板 P の移動方向と同方向に液体 50 を流すことができる。

【 0 0 3 3 】

図 4 は、Z ステージ 51 を上方から見た概略平面図である。矩形状の Z ステージ 51 の 50

互いに垂直な2つの側面には移動鏡54が配置されており、Zステージ51のほぼ中央には不図示のホルダを介して基板Pが保持されている。基板P上には、複数のショット領域S1～S20が設定されている。基板Pの周囲には基板Pの表面とほぼ同じ高さの平面を有する補助プレート41が設けられている。基板Pのエッジと補助プレート41との間は1～2mm程度の隙間があるが、液体50の表面張力によりその隙間に液体50が流れ込むことはほとんどなく、基板Pの周縁近傍を露光する場合にも投影光学系PLの下に液体50を保持することができる。

【0034】

Zステージ51の1つのコーナーには、補助プレート41と一体的に基準板（基準部材）42が設けられている。基準板42には、基板アライメント系18により検出される基準マークPFMと、マスクアライメント系19により検出される基板マークMFMとが所定の位置関係で設けられている。また、基準板42の表面はほぼ平坦となっており、フォーカス・レベリング検出系14の基準面としての役割も果たす。なお、フォーカス・レベリング検出系14の基準面を基準板42とは別にZステージ51上に設けてもよい。また、基準板42を補助プレート41に対して1～2mm程度離して設けてもよい。また基準マークPFMと基準マークMFMをそれぞれ別の部材に設けるようにしてもよい。更に、基準板42の表面は基板Pの表面及び補助プレート41の表面とほぼ同じ高さに設定されており、投影光学系PLの下に液体50を保持したまま投影光学系PLの下の液浸部分を基準板42と基板Pとの間で移動することができる。

【0035】

次に、上述した露光装置EXを用いてマスクMのパターンを基板Pに露光する手順について図8のフローチャートを参照しながら説明する。

【0036】

〔ドライコンディションでのアライメントマーク（XY方向）の検出〕

液体供給装置1から液体50の供給を行う前に基板P上に液体がない状態で、まず計測処理が行われる。制御装置CONTは、投影光学系PLの光軸AXがショット領域S1～S20上を図4の波線矢印43に沿って進むようにレーザ干渉計55の出力をモニタしつつXYステージ52を移動する。その移動の途中で、基板アライメント系18は基板P上に形成されている複数のアライメントマーク（不図示）を液体を介さずに検出する（S1）。なお、基板アライメント系18がアライメントマークの検出を行うときはXYステージ52は停止される。その結果、レーザ干渉計55によって規定される座標系内での各アライメントマークの位置情報が計測される。なお、基板アライメント系18によるアライメントマークの検出は、基板P上の全てのアライメントマークを検出してもよいし、その一部を検出するのみでもよい。また基板アライメント系18が基板Pを移動しながら基板P上のアライメントマークを検出できる場合には、XYステージ52を停止させなくてもよい。

【0037】

〔ドライコンディションでの基板表面位置（Z方向）の検出〕

また、そのXYステージ52の移動中に、フォーカス・レベリング検出系14により基板Pの表面情報が液体を介さずに検出される（S2）。フォーカス・レベリング検出系14による表面情報の検出は基板P上の全てのショット領域S1～S20毎に行われ、検出結果は基板Pの走査方向（X軸方向）の位置を対応させて制御装置CONTに記憶される。なお、フォーカス・レベリング検出系14による表面情報の検出は、一部のショット領域に対して行うだけでもよい。

なお、XYステージ52の移動も図4に限らず、できるだけ短い距離で所望の検出作業ができるように移動してもよい。

また、複数のアライメントマークの位置情報の検出と基板Pの面情報の検出のうちの一方の検出を先に完了させ、その後に他方の検出を実行するようにしてもよい。

【0038】

〔ドライコンディションでの基準マークPFM（XY方向）の検出〕

基板 P のアライメントマークの検出、及び基板 P の表面情報の検出が終了すると、基板アライメント系 18 の検出領域が基準板 42 上に位置決めされるように、制御装置 CONT は XY ステージ 52 を移動する。基板アライメント系 18 は基準板 42 上の基準マーク PFM を検出し、レーザ干渉計 55 によって規定される座標系内での基準マーク PFM の位置情報を計測する (S3)。

【0039】

この基準マーク PFM の検出処理の完了により、基準マーク PFM と基板 P 上の複数のアライメントマークとの位置関係が求められる。複数のアライメントマークとショット領域 S1 ~ S20 との位置関係は既知なので、基準マーク PFM と基板 P 上の複数のアライメントマークとの位置関係が求められると、基準マーク PFM と基板 P 上の複数のショット領域 S1 ~ S20 との位置関係がそれぞれ求められたことになる。また、基準マーク PFM と基準マーク MFM とは所定の位置関係にあるので、XY 平面内における基準マーク MFM と基板 P 上の複数のショット領域 S1 ~ S20 との位置関係がそれぞれ決定されたことになる。

【0040】

[ドライコンディションでの基準板の表面位置 (Z 方向) の検出]

基板アライメント系 18 による基準マーク PFM の検出の前または後に、制御装置 CONT は基準板 42 の表面 (基準面) の表面情報をフォーカス・レベリング検出系 14 により検出する (S4)。この基準板 42 の表面の検出処理の完了により、基準板 42 表面と基板 P 表面との関係が求められたことになる。

【0041】

[ウェットコンディションでの基準マーク MFM の検出 (XY 方向) の検出]

次に、マスクアライメント系 19 により基準板 42 上の基準マーク MFM を検出できるように、制御装置 CONT は XY ステージ 52 を移動する。当然のことながらこの状態では投影光学系 PL の先端部 60A と基準板 42 とは対向している。ここで、制御装置 CONT は液体供給装置 1 及び液体回収装置 2 による液体 50 の供給及び回収を開始し、投影光学系 PL と基準板 42 との間を液体 50 で満たす (S5)。

【0042】

次に、制御装置 CONT は、マスクアライメント系 19 によりマスク M、投影光学系 PL、及び液体 50 を介して基準マーク MFM の検出を行う (S6)。すなわち、マスク M 上のマークと基準マーク MFM との位置関係を投影光学系 PL と液体とを介して検出する。これにより投影光学系 PL と液体 50 とを介して、XY 平面内におけるマスク M の位置、すなわちマスク M のパターンの像の投影位置情報が基準マーク MFM を使って検出されたことになる。

【0043】

[ウェットコンディションでの基準板の検出 (Z 方向) の検出]

また、制御装置 CONT は、投影光学系 PL と基準板 42 との間に液体 50 を供給した状態で、基準板 42 の表面 (基準面) をフォーカス・レベリング検出系 14 で検出し、投影光学系 PL 及び液体 50 を介して形成される像面と基準板 42 の表面との関係を計測する (S7)。フォーカス・レベリング検出系 14 は、ウェットコンディションにおいて、投影光学系 PL により液体 50 を介して形成される像面と被検面との位置関係 (ずれ) を検出できるようになっており、ウェットコンディションで基準板 42 の表面を検出することによって、投影光学系 PL 及び液体 50 を介して形成される像面と基板 P 表面との関係が、基準板 42 を使って検出されたことになる。

【0044】

[ウェットコンディションでのアライメント及び露光]

以上のような計測処理が終了すると、制御装置 CONT は、基板 P 上の各ショット領域 S1 ~ S20 を露光するために液体 50 の供給及び回収を行いながら XY ステージ 52 を移動して投影光学系 PL の下の液浸部分を基板 P 上へ移動する。基準板 42、補助プレート 41、及び基板 P の表面はそれぞれほぼ同じ高さなので投影光学系 PL の下に液体 50

を保持した状態で X Y ステージ 5 2 を移動することができる。

【 0 0 4 5 】

そして、前述の計測処理中に求めた各情報を使って、基板 P 上の各ショット領域 S 1 ~ S 2 0 を走査露光する (S 8) 。すなわち、各ショット領域のそれぞれに対する走査露光中は、液体 5 0 の供給前に求めた基準マーク P F M と各ショット領域 S 1 ~ S 2 0 との位置関係の情報、及び液体 5 0 の供給後に基準マーク M F M を使って求めたマスク M のパターンの像の投影位置情報に基づいて、基板 P 上の各ショット領域 S 1 ~ S 2 0 とマスク M との位置合わせが行われる (S 8) 。

【 0 0 4 6 】

また、各ショット領域 S 1 ~ S 2 0 に対する走査露光中は、液体 5 0 の供給前に求めた基準板 4 2 表面と基板 P 表面との関係の情報、及び液体 5 0 の供給後に求めた基準板 4 2 表面と液体 5 0 を介して形成される像面との位置関係の情報に基づいて、フォーカス・レベリング検出系 1 4 を使うことなしに、基板 P 表面と液体 5 0 を介して形成される像面との位置関係が調整される。このように、液体 5 0 を介して行われるフォーカス・レベリング検出系 1 4 の検出は、基板 P の露光開始前の基準板 4 2 表面の検出を行うときだけなので、液体 5 0 の温度変化などの影響を最小限に抑えて、フォーカス・レベリング検出系 1 4 の検出動作を行うことができる。

【 0 0 4 7 】

なお、走査露光中にフォーカス・レベリング検出系 1 4 を使って基板 P 表面の面情報を検出し、基板 P 表面と像面との位置関係の調整結果の確認に用いるようにしてもよい。また、走査露光中に、フォーカス・レベリング検出系 1 4 を使って基板 P 表面の面情報を検出し、走査露光中に検出された面情報を更に加味して、基板 P 表面と像面との位置関係を調整するようにしてもよい。

【 0 0 4 8 】

また、上述の実施形態では、基板 P の表面情報を液体なしに検出するときに、マスク M のパターンの像が形成される投影領域内もしくはその近傍に検出光を投射するフォーカス・レベリング検出系 1 4 を使ったが、基板アライメント系 1 8 に搭載されているフォーカス・レベリング検出系 (不図示) を使ってもよい。基板アライメント系 1 8 に搭載されているフォーカス・レベリング検出系は、基板アライメント系 1 8 で基板 P 上のアライメントマークを検出するときに基板 P の表面位置を調整するために用いられる。フォーカス・レベリング検出系の具体的な構成としては、例えば特開 2 0 0 1 - 2 5 7 1 5 7 号 (米国特許公報 2001/0023918A) に開示されている。

【 0 0 4 9 】

また、上述の実施形態では、基板 P 表面と像面との位置関係の調整は基板 P を保持する Z ステージ 5 1 を動かすことによって行っているが、マスク M や投影光学系 P L を構成する複数のレンズの一部を動かして、像面を基板 P 表面に合わせるようにしてもよいし、露光光 E L の波長を微調整するようにしてもよい。

また、上述の実施形態においては、基板 P 上のアライメントマーク及び基準マーク P F M の検出後に、液体供給装置 1 から液体 5 0 の供給を開始するようにしているが、可能であれば、その検出前に、液体供給装置 1 から液体 5 0 を供給し、投影光学系 P L の像面側に局所的に液体 5 0 を保持したまま、液体を介さずに基板 P 上のアライメントマーク及び基準マーク P F M の検出を行うようにしてもよい。

また上述の実施形態においては、基準板 4 2 を介して、ドライコンディションで計測された基板 P の表面情報と、投影光学系 P L と液体 5 0 とを介して形成される像面との関連づけが行われているが、基準板 4 2 の代わりに基板 P 上の所定領域を基準面として、ドライコンディション及びウェットコンディションで、フォーカス・レベリング検出系 1 4 によりその所定領域を検出して、ドライコンディションで計測された基板 P の表面情報と、投影光学系 P L と液体 5 0 とを介して形成される像面との関連づけを行うようにしてもよい。

また上述の実施形態においては、フォーカス・レベリング検出系 1 4 は、ドライコンデ

イションとウェットコンディションの両方で使われているが、ドライコンディション用のフォーカス・レベリング検出系とウェットコンディション用のフォーカス・レベリング検出系とを別々に設けてもよい。

またフォーカス・レベリング検出系 14 によって、ドライコンディションで検出された基板 P の表面情報と、投影光学系 PL により液体を介して形成される像面との関係（オフセット）が予めわかっているときは、フォーカス・レベリング検出系 14 によるウェットコンディションでの検出を省略して、ドライコンディションで計測された基板 P の表面情報に基づいて、投影光学系 PL により液体を介して形成される像面と基板 P 表面との位置関係を調整しつつ、基板 P 上の各ショット領域を液浸露光するようにしてもよい。この場合、基準面としての基準板 42 を基板ステージ PST 上に設けなくてもよい。基準マーク 10 が形成された基準部材は必要である。

【 0 0 5 0 】

以上のように、液浸露光用の液体 50 を介さずに基板 P 上のアライメントマークの検出や基板 P 表面情報の検出を行った後、それらの情報に基づいて液浸露光を行うので、基板 P 上の各ショット領域 S1 ～ S20 とマスク M との位置合わせや基板 P 表面と液体 50 を介して形成される像面との位置関係の調整を正確に行うことができる。

【 0 0 5 1 】

図 5 は本発明の変形例を示す図であって、投影光学系 PL のレンズ 60 付近の概略構成を示す図である。なお、図 5 では簡単のため、液体供給装置 1 や液体回収装置 2、基板アライメント系 18 等は省略してある。

20

【 0 0 5 2 】

図 5 に示す露光装置 EX には、X 軸方向に関して投影光学系 PL のレンズ 60 の両側に、フォーカス・レベリング検出系 14 と同じ構成で、基板 P 表面の面情報を検出するフォーカス・レベリング検出系 61、62 が設けられている。フォーカス・レベリング系 61、62 の各検出領域は、投影光学系 PL の下に液体 50 が供給された（投影光学系 PL の像面側に液体 50 が局所的に保持されている）ときにもその液浸部分から離れた位置に設定されている。フォーカス・レベリング検出系 61 は、基板 P が -X 方向に移動しながら走査露光を行うときに用いられ、フォーカス・レベリング検出系 62 は、基板 P が +X 方向に移動しながら走査露光を行うときに用いられる。

【 0 0 5 3 】

30

本実施形態の露光装置の場合、マスク M と基板 P 上の各ショット領域との位置合わせ（アライメント）は上述の実施形態と同様に行われる。

【 0 0 5 4 】

本実施形態の計測処理においては、投影光学系 PL と基準板 42 との間に液体 50 を供給した状態で、フォーカス・レベリング検出系 14 により基準板 42 の表面位置を検出し、その検出結果に基づいて Z ステージ 51 を動かして、基準板 42 の表面を投影光学系 PL 及び液体 50 を介して形成される像面に合わせ込む。このとき、フォーカス・レベリング検出系 61、62 の各検出領域も基準板 42 上に位置しており（このとき、フォーカス・レベリング検出系 61、62 の検出領域に液体は存在しない）、フォーカス・レベリング検出系 61、62 で基準板 42 の表面をそれぞれ検出することにより、制御装置 CONT 40 は、投影光学系 PL 及び液体 50 を介して形成される像面と、フォーカス・レベリング検出系 61、62 で液体を介さずに検出される各面情報との関係を求めることができる。

【 0 0 5 5 】

以上のような計測処理が終了すると、制御装置 CONT は、基板 P 上の各ショット領域 S1 ～ S20 を露光するために、液体 50 の供給及び回収を行いながら XY ステージ 52 を移動して、投影光学系 PL の下の液浸部分を基板 P 上へ移動する。そして、制御装置 CONT は、前述の計測処理中に求めた各情報を使って、基板 P 上の各ショット領域 S1 ～ S20 を走査露光する。基板 P 上の各ショット領域の走査露光中、投影光学系 PL 及び液体 50 を介して形成される像面と基板 P 表面との位置関係の調整は、フォーカス・レベリング検出系 14 を使わずに、投影光学系 PL と基板 P との間の液浸部分の外側に検出領域 50

を有するフォーカス・レベリング検出系 6 1、6 2 を使って行われる。例えば、-X 方向に基板 P を移動しながら基板 P 上のあるショット領域を走査露光する場合には、その露光対象のショット領域が投影光学系 P L と基板 P との間の液浸部分に入る前に、フォーカス・レベリング検出系 6 1 によりそのショット領域表面の面位置情報が順次検出され、そのショット領域が投影光学系 P L と基板 P との間の液浸部分を通過するときには、フォーカス・レベリング検出系 6 1 によって検出された面位置情報に基づいて、そのショット領域表面と像面との位置関係が調整される。フォーカス・レベリング検出系 6 1 で検出される面情報と最適像面との関係は予め基準板 4 2 を使って求められているので、フォーカス・レベリング検出系 6 1 で検出された面位置情報のみでも、液体 5 0 の温度変化などの影響を受けることなくそのショット領域表面を最適像面に対して正確に合わせ込むことができる。なお、先の実施形態で述べたように、フォーカス・レベリング検出系 1 4 を露光中に併用してもよいことはいうまでもない。

10

【 0 0 5 6 】

また近年、基板 P を保持するステージを 2 つ搭載したツインステージ型露光装置が登場しているが、本発明はツインステージ型露光装置にも適用可能である。

【 0 0 5 7 】

図 6 はツインステージ型露光装置の概略構成図である。ツインステージ型露光装置は共通のベース 7 1 上を各々独立に移動可能な第 1、第 2 基板ステージ P S T 1、P S T 2 を備えている。第 1、第 2 基板ステージ P S T 1、P S T 2 はそれぞれ図 4 に示した基準板 4 2 と同等の構成を有する基準板 7 4、7 5 を備えている。また、ツインステージ型露光装置は露光ステーションと計測・交換ステーションとを有しており、露光ステーションには基板アライメント系 1 8 を除いて図 4 のシステム（フォーカス・レベリング検出系 1 4 を含む）が全て搭載されている。また、計測・交換ステーションには、基板アライメント系 7 2、投射系 7 3 A 及び受光系 7 3 B を有するフォーカス・レベリング検出系 7 3 が搭載されている。

20

【 0 0 5 8 】

このようなツインステージ型露光装置の基本的な動作としては、例えば露光ステーションにおいて第 2 基板ステージ P S T 2 上の基板 P の露光処理中に、計測・交換ステーションにおいて、第 1 基板ステージ P S T 1 上の基板 P の交換及び計測処理が行われる。そして、それぞれの作業が終了すると、第 2 基板ステージ P S T 2 が計測・交換ステーションに移動し、それと並行して第 1 基板ステージ P S T 1 が露光ステーションに移動し、今度は第 2 基板ステージ P S T 2 において計測及び交換処理が行われ、第 1 基板ステージ P S T 1 上の基板 P に対して露光処理が行われる。

30

【 0 0 5 9 】

本発明をツインステージ型露光装置に適用した場合には、上述の実施形態で説明した、液体を介さずに行われる計測処理は計測・交換ステーションで行われる。例えば第 2 基板ステージ P S T 2 上の基板 P に対して露光ステーションにおいて液浸露光処理が行われている最中、第 1 基板ステージ P S T 1 上の基板 P に対して計測ステーションにおいて基板アライメント系 7 2、フォーカス・レベリング検出系 7 3、及び基準板 7 4 を用いて液体を介さない計測処理が行われる。そして、液体を介さない計測処理が完了すると、第 1 基板ステージ P S T 1 と第 2 基板ステージ P S T 2 との交換作業が行われ、図 6 に示すように、第 1 基板ステージ P S T 1 の基準板 7 4 と投影光学系 P L とが対向するように、第 1 基板ステージ P S T 1 の位置決めがされる。この状態で、制御装置 C O N T は液体 5 0 の供給を開始し、投影光学系 P L と基準板 7 4 との間を液体 5 0 で満たし、前述の実施形態と同様な、液体を介した計測処理及び露光処理を行う。なお、計測・交換ステーションで一旦求められた各ショット領域のアライメント情報は基準板の基準マーク P F M を基準として定められており（記憶されており）、露光ステーションにおいて液浸露光が実行される際には、基準板の基準マーク P F M に対して所定の位置関係で形成されている基準マーク M F M とマスク M との位置関係に基づいて各ショット領域の位置決めがされるように第 1 基板ステージ P S T 1 の移動が制御される。すなわち、計測・交換ステーションで求め

40

50

られた各ショット領域のアライメント情報は、基準マーク P F M、M F M を用いて露光ステーションに有効に受け渡される。

【 0 0 6 0 】

このように、ツインステージ型露光装置の場合には、一方のステージで液浸露光処理中に、他方のステージで液体を介さない計測処理を行うことができるので、露光処理のスループットを向上することができる。ツインステージ型の露光装置の構造及び露光動作については、例えば特開平 1 0 - 1 6 3 0 9 9 号及び特開平 1 0 - 2 1 4 7 8 3 号（対応米国特許 6, 3 4 1, 0 0 7 号、6, 4 0 0, 4 4 1 号、6, 5 4 9, 2 6 9 号及び 6, 5 9 0, 6 3 4 号）、特表 2 0 0 0 - 5 0 5 9 5 8 号（対応米国特許 5, 9 6 9, 4 4 1 号）あるいは米国特許 6, 2 0 8, 4 0 7 号に開示されている。

10

なお、上述のツインステージ型の露光装置においては、露光ステーションにフォーカス・レベリング検出系 1 4 が配置されているが、米国特許 6, 2 0 8, 4 0 7 に開示されているように、露光ステーションのフォーカス・レベリング検出系を省いて、基板ステージ P S T の Z 方向の位置情報を計測する干渉計を使って、投影光学系 P L の像面と基板 P 表面との位置関係を調整するようにしてもよい。もちろん、基板ステージ P S T の Z 方向の位置情報を計測する干渉計とフォーカス・レベリング検出系 1 4 とを併用してもよい。

【 0 0 6 1 】

また、上述の実施形態においては、基準板（例えば基準板 4 2）の基準マーク M F M を液体 5 0 を介してマスクアライメント系 1 9 により検出していたが、基準マーク M F M 上に所定の厚さの透明部材（カバーガラス、補正部材）を配置して、マスクアライメント系 1 9 による基準マーク M F M の検出を液体を介さずに行ってもよい。この場合、透明部材により投影光学系 P L と基準マーク M F M との間に擬似的な液浸状態が形成されるので、液体を介さずとも、基準マーク M F M を使ってマスク M のパターンの像の投影位置情報を正確に計測することができる。したがって、基板 P 上のアライメントマークのみならず、基準マーク M F M の検出も液体 5 0 を介さずに行われるので、マスク M と基板 P とを位置合わせするためのアライメント情報を安定して正確に求めることができる。

20

【 0 0 6 2 】

またマスクアライメント系 1 9 は、特開平 7 - 1 7 6 4 6 8 号公報に開示されているような構成に限られず、要は、マスク M（マスク M のマーク）と基板ステージ P S T 上の基準（M F M）との位置関係が検出できればよい。

30

【 0 0 6 3 】

なお、上述の実施形態においては、基板 P 上のアライメントマークを液体なしで検出した後に、基板 P 上に液体を供給するため、液体の重みや液体の温度により基板 P の変形（伸縮）や基板ステージ P S T の変形などが発生し、ドライコンディションで検出されたアライメントマークの位置情報や基板 P の表面情報に基づいて液浸露光を行っても、位置ずれやデフォーカスなどのエラーが発生し、マスク M のパターン像が基板 P 上に所望状態で投影されない可能性がある。

【 0 0 6 4 】

そのような場合には、パターン像と基板 P 上の各ショットとの位置合わせ（アライメント）に関しては、たとえば特開 2 0 0 2 - 3 5 3 1 2 1 号公報（米国特許公報 2002/00426 64A）に開示されているような手法などを用いて基板 P 上に液体を供給することによって生じる位置合わせずれを補正するための補正情報（マップ情報）を予め用意しておき、ドライコンディションで検出された基板 P のアライメントマークの位置情報に、その補正情報を加味して、パターン像と基板 P 上の各ショット領域との位置あわせを行うようにすればよい。またテスト露光を行って、各ショットのパターンの位置ずれ量から同様の補正情報を求め、その補正情報を使って、基板 P と各ショット領域との位置合わせを行うようにしてもよい。

40

【 0 0 6 5 】

またフォーカス・レベリング制御に関しても、テスト露光などを行って基板 P 上に液体を供給したことによって生じる誤差（デフォーカスなど）を補正するための補正情報を予

50

め求めておき、ドライコンディションで検出された基板Pの表面情報に、その補正情報を加味して、投影光学系PLにより液体を介して形成される像面と基板P表面との位置関係を調整するようにすればよい。

【 0 0 6 6 】

上述したように、本実施形態における液体50は純水を用いた。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板P上のフォトリソトや光学素子（レンズ）等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いいため、基板Pの表面、及び投影光学系PLの先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。

【 0 0 6 7 】

そして、波長が193nm程度の露光光ELに対する純水（水）の屈折率nはほぼ1.44～1.47程度と言われており、露光光ELの光源としてArFエキシマレーザ光（波長193nm）を用いた場合、基板P上では $1/n$ 、すなわち約131～134nm程度に短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空気中に比べて約n倍、すなわち約1.44～1.47倍程度に拡大されるため、空気中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系PLの開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

【 0 0 6 8 】

上記実施形態では、投影光学系PLの先端にレンズ60が取り付けられているが、投影光学系PLの先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系PLの光学特性、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光ELを透過可能な平行平板であってもよい。液体50と接触する光学素子を、レンズより安価な平行平板とすることにより、露光装置EXの運搬、組立、調整時等において投影光学系PLの透過率、基板P上での露光光ELの照度、及び照度分布の均一性を低下させる物質（例えばシリコン系有機物等）がその平行平板に付着しても、液体50を供給する直前にその平行平板を交換するだけでよく、液体50と接触する光学素子をレンズとする場合に比べてその交換コストが低くなるという利点がある。すなわち、露光光ELの照射によりレジストから発生する飛散粒子、または液体50中の不純物の付着などに起因して液体50に接触する光学素子の表面が汚れるため、その光学素子を定期的に交換する必要があるが、この光学素子を安価な平行平板とすることにより、レンズに比べて交換部品のコストが低く、且つ交換に要する時間を短くすることができ、メンテナンスコスト（ランニングコスト）の上昇やスループットの低下を抑えることができる。

【 0 0 6 9 】

また、液体50の流れによって生じる投影光学系PLの先端の光学素子と基板Pとの間の圧力が大きい場合には、その光学素子を交換可能とするのではなく、その圧力によって光学素子が動かないように堅固に固定してもよい。

【 0 0 7 0 】

なお、上記実施形態の液体50は水であるが、水以外の液体であってもよい、例えば、露光光ELの光源がF₂レーザである場合、このF₂レーザ光は水を透過しないので、この場合、液体50としてはF₂レーザ光を透過可能な例えばフッ素系オイル（液体）や過フッ化ポリエーテル（PFPE）などであってもよい。また、液体50としては、その他にも、露光光ELに対する透過性があるだけ屈折率が高く、投影光学系PLや基板P表面に塗布されているフォトリソトに対して安定なもの（例えばセダー油）を用いることも可能である。

【 0 0 7 1 】

なお、上記各実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

【 0 0 7 2 】

10

20

30

40

50

また、上述の実施形態においては、投影光学系 P L と基板 P との間を局所的に液体で満たす露光装置を採用しているが、露光対象の基板を保持したステージを液槽の中で移動させる液浸露光装置や、ステージ上に所定深さの液体槽を形成し、その中に基板を保持する液浸露光装置にも本発明を適用可能である。露光対象の基板を保持したステージを液槽の中で移動させる液浸露光装置の構造及び露光動作は、例えば特開平 6-124873 号公報に詳細に開示されており、また、ステージ上に所定深さの液体槽を形成し、その中に基板を保持する液浸露光装置の構造及び露光動作は、例えば特開平 10-303114 号公報（米国特許 5,825,043 号）に詳細に開示されている。

【 0 0 7 3 】

露光装置 E X としては、マスク M と基板 P とを同期移動してマスク M のパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキニングステッパ）の他に、マスク M と基板 P とを静止した状態でマスク M のパターンを一括露光し、基板 P を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。また、本発明は基板 P 上で少なくとも 2 つのパターンを部分的に重ねて転写するステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

【 0 0 7 4 】

露光装置 E X の種類としては、基板 P に半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（C C D）あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

【 0 0 7 5 】

基板ステージ P S T やマスクステージ M S T にリニアモータを用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージ P S T、M S T は、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。ステージにリニアモータを用いた例は、米国特許 5,623,853 及び 5,528,118 に開示されている。

【 0 0 7 6 】

各ステージ P S T、M S T の駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージ P S T、M S T を駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージ P S T、M S T に接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージ P S T、M S T の移動面側に設ければよい。

【 0 0 7 7 】

基板ステージ P S T の移動により発生する反力は、投影光学系 P L に伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば特開平 8-166475 号公報（米国特許 5,528,118）に詳細に開示されている。

【 0 0 7 8 】

マスクステージ M S T の移動により発生する反力は、投影光学系 P L に伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば特開平 8-330224 号公報（米国特許 5,874,820）に詳細に開示されている。

【 0 0 7 9 】

以上のように、本願実施形態の露光装置 E X は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム

相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【 0 0 8 0 】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図 7 に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ 2 0 1、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ 2 0 2、デバイスの基材である基板を製造するステップ 2 0 3、前述した実施形態の露光装置 E X によりマスクのパターンを基板に露光する露光処理ステップ 2 0 4、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）2 0 5、検査ステップ 2 0 6 等を経て製造される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 1 】

【図 1】本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【図 2】投影光学系の先端部と液体供給装置及び液体回収装置との位置関係を示す図である。

【図 3】供給ノズル及び回収ノズルの配置例を示す図である。

【図 4】基板を保持する基板ステージの平面図である。

【図 5】本発明の露光装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図 6】本発明の露光装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図 7】半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

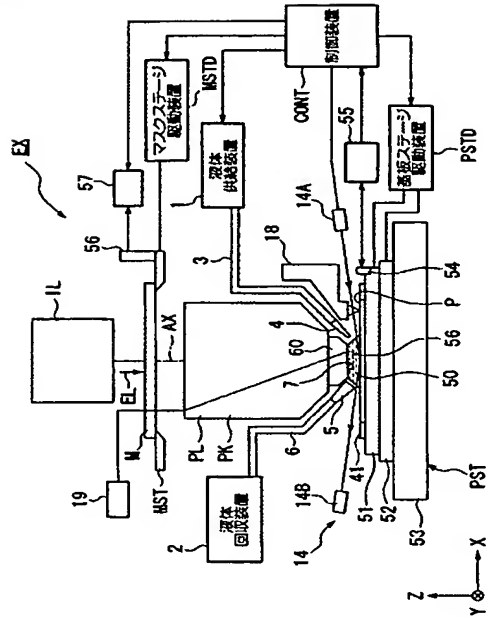
【図 8】露光装置を用いてマスクのパターンを基板に露光する手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

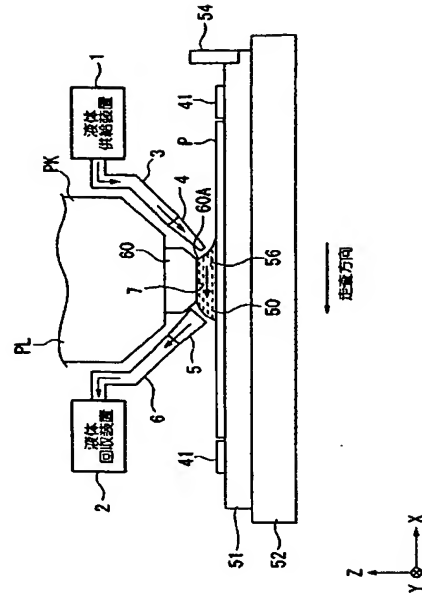
【 0 0 8 2 】

1 … 液体供給装置、2 … 液体回収装置、
1 4 … フォーカス・レベリング検出系（面検出系）、
1 8 … 基板アライメント系（第 1 アライメント系）、
1 9 … マスクアライメント系（第 2 アライメント系）、
4 2 … 基準部材、5 0 … 液体、C O N T … 制御装置、E X … 露光装置、P … 基板、
P L … 投影光学系、P S T … 基板ステージ（第 1 基板ステージ）、
P S T 1 … 第 1 基板ステージ、P S T 2 … 第 2 基板ステージ

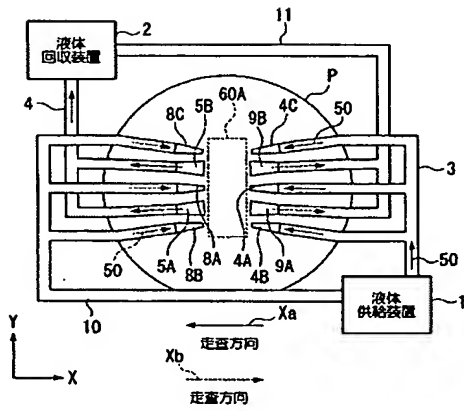
【 図 1 】



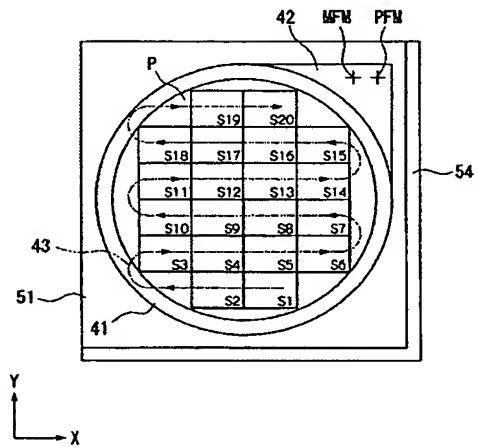
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 小林 直行
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
- (72)発明者 千葉 洋
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
- (72)発明者 蛭川 茂
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
- Fターム(参考) 5F046 AA22 BA03 CB01 DA14 DA27 DB04

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.